Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

VERHANDELINGEN

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

WETENSCHAPPEN.

TWEEDE SECTIE.

(Plantkunde. - Dierkunde. - Aardkunde. - Delfstofkunde. - Ontleedkunde.
Physiologie. - Gezondheidsleer -en Ziektekunde.)

DEEL I

MET 24 PLATEN.

LIBRARY
OHIO STATE
UNIVERSITY

AMSTERDAM. — JOHANNES MÜLLER.
1893.

Digitized by Google

Digitized by Google

INHOUD.

Digitized by Google

LIBRARY
OHIO STATE
UNIVERSITY

Digitized by Google

OVER DE

KURKLAMEL

EN

HET SUBERINE.

DOOR

C. VAN WISSELINGH.

1952

Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam.

(Tweede Sectie).

DEEL I. No. 1.

(MET 2 PLATEN.)

LIBRARY
OHIO STATE
UNIVERSITY

AMSTERDAM,
JOHANNES MÜLLER.
1892.

Digitized by Google

Digitized by Google

INHOUD.

933775

Digitized by Google

Digitized by Google

OVER DE KURKLAMEL EN HET SUBERINE

DOOR

C. VAN WISSELINGH.

INLEIDING.

Zooals VON HÖHNEL * reeds heeft aangetoond, kunnen wij bij den kurkcelwand drie verschillende deelen onderscheiden, nl. den cellulosewand (Celluloseschlauch), de kurklamel (Suberinlamelle) en de middellamel (Mittellamelle). Aan beide zijden der middellamel, die steeds twee cellen gemeenschappelijk toebehoort, bevindt zich eene kurklamel, die het binnenste gedeelte van den wand, den cellulosewand, omsluit. De kurklamel is de draagster van het suberine, volgens sommigen de stof, volgens anderen eene combinatie van stoffen, waaraan het kurkweefsel zijne bijzondere eigenschappen te danken heeft.

De onderzoekingen, die de bouwstoffen hebben geleverd voor de voorliggende verhandeling, hebben uitsluitend betrekking op dit zoo belangrijke onderdeel van den kurkcelwand. In Juli 1890 namen mijne proefnemingen een' aanvang en in Juni 1891 werden zij ten einde gebracht. Zonder twijfel zou ik dit onderzoek reeds eerder ondernomen hebben, ware ik niet sedert November 1887 door ambtsbezigheden verhinderd geweest wetenschappelijke onderzoekingen in het werk te stellen. In bovengenoemde maand was ik tot mijn leedwezen genoodzaakt mijne vroegere onderzoekingen over den kurkcelwand af te breken en moest ik voorloopig afzien van de oplossing van vele vragen, die in hooge mate mijne aandacht hadden getrokken. De verkregen uitkomsten, die vooral in een opzicht zeer in strijd waren

* Ueber den Kork. u. verk. Gewebe überhaupt, *Sitzungsber. d. Wiener Akad.*, 1877, 76. B., p. 529, 530, 568 en 569.

Digitized by Google

met die mijner voorgangers, nl. wat het cellulosegehalte der kurklamel betrof, werden medegedeeld in de *Archives Néerlandaises* *. Ik koesterde hierbij de hoop, dat de aan het einde mijner verhandeling gestelde vragen de aandacht der botanici zouden trekken en voor enkele eene oplossing zou gevonden worden. Toen ik in 1890 weder in de gelegenheid was mij met wetenschappelijke onderzoekingen onledig te houden en ik ontdekte, dat al de door mij gestelde vragen nog op eene beantwoording wachtten, was ik spoedig besloten de studie van het onderwerp, waarvoor mijne belangstelling reeds vroeger was opgewekt, weder op te vatten en te trachten dieper door te dringen in de kennis van de kurklamel en het suberine. Voordat ik overga tot de bespreking der hierbij verkregen resultaten, wil ik een kort overzicht geven van die der belangrijkste botanische en chemische onderzoekingen mijner voorgangers en hierbij zooveel mogelijk de in tegengestelden zin beantwoorde vragen in het licht stellen.

I. Historisch overzicht.

Het kurkweefsel is reeds gedurende meer dan eene eeuw voor velen het voorwerp geweest van chemisch en mikroscopisch onderzoek. Eene min of meer volledige bespreking der over dit onderwerp verschenen literatuur zou dus zeer veel ruimte innemen, doch deze kan naar mijn inzien hier zonder schade worden gemist, daar slechts de uitkomsten, door enkele onderzoekers verkregen, voor mijne proefnemingen van belang zijn geweest. Tot de belangrijkste mikroscopische onderzoekingen van het kurkweefsel behooren voorzeker die van von Höhnel †. De voornaamste resultaten daarvan, in zooverre ze betrekking hebben op de kurklamel, zullen hier worden genoemd, niet alleen omdat zij de basis hebben gevormd van mijne vroegere onderzoekingen, doch ook omdat de gevolgtrekkingen van genoemden schrijver onder de botanici nog heden als geldend kunnen worden beschouwd, ook daar waar zij met de mijne lijnrecht in strijd zijn. Bij Tschirch § b.v. in zijne Angewandte Pflanzenanatomie wordt, wat het cellulosegehalte der kurklamel betreft, de zienswijze van von Höhnel gehuldigd, zonder dat zelfs van hiermede strijdige uitkomsten wordt gewag gemaakt.

---

* T. XXII. Sur la paroi des cellules subéreuses.

† l. c.

§ p. 177 en volg.

Digitized by Google

Volgens VON HÖHNEL * is de kurklamel, aschbestanddeelen en het was bij *Salix* buiten rekening gelaten, steeds uit twee stoffen samengesteld, cellulose en suberine (Korksubstanz), die overal nevens elkander voorkomen. In sommige gevallen vond hij beide gelijkmatig met elkaar vermengd, bij andere aan cellulose rijke of aan suberine arme lamellen afwisselend met aan cellulose arme of aan suberine rijke. Het suberine beschouwt VON HÖHNEL als eene bepaalde celwandstof, het midden houdende tusschen cellulose en plantenwas, mikrochemisch vooral gekenmerkt door hare verhouding tegenover kaliloog en salpeterzuur. Bij sommige planten worden de suberinelamellen beschreven als zeer rijk aan cellulose, bij andere als arm aan cellulose, doch steeds als cellulosehoudend; ook bij *Salix*, waar geen cellulose in de kurklamel aan te toonen was, valt volgens VON HÖHNEL aan het cellulosegehalte toch niet te twijfelen. Tot de bovengenoemde resultaten is genoemde schrijver vooral gekomen door zijne onderzoekingen met kaliloog en chroomzuur. Bij behandeling met geconcentreerde kaliloog, waardoor het suberine eene soort van verzeeping onderging, werd in het algemeen het volgende waargenomen †. Bij de gewone temperatuur bracht dit reagens bij de kurklamel spoedig geelkleuring en eene geringe opzwelling teweeg, die beide bij zachte verwarming sterker werden, terwijl de kurklamel eene eigenaardige korrelige of onregelmatig gestreepte structuur aannam. Werd de verwarming voortgezet tot de kaliloog begon te koken, zoo vervormde de kurklamel zich tot sterk geel gekleurde korrelige of onregelmatig gestreepte massa's of ballen, meestal van omhulsels voorzien in den vorm van ineen gevouwen membranen. Werden de aldus behandelde doorsneden met water uitgewasschen, zoo vervloeiden de korrelige massa's grootendeels, terwijl losse korreltjes wegdreven en hulsels als gevouwen membranen achterbleven. Van deze hulsels, die na uitwassching met water kleurloos zijn, zegt VON HÖHNEL §, dat ze door chloorzinkjoodoplossing rooskleurig, roodviolet of fraai violet gekleurd worden, derhalve cellulosereactie geven. Hij geeft aan, dat ze evenals de bovengenoemde korreltjes afkomstig zijn van de cellulosebasis (Cellulosegrundlage) der kurklamel en dat ze hun ontstaan te danken hebben aan de inwerking der warme kaliloog, die met groote hevigheid het suberine doet opzwellen. Wanneer dit plaats vindt, wordt bij de suberinerijke lamellen de cellulosebasis tot kleine vezeltjes verscheurd of in korreltjes verdeeld, terwijl de tusschenliggende celluloserijke

* l. c. p. 559 en 560.

† l. c. p. 522 en volg.

§ l. c. p 542 en volg.

Digitized by Google

lamellen uit haar verband geraken en de hulsels vormen. Dit is volgens VON HÖHNEL de juiste verklaring der eigenaardige kalireactie. Na langdurige inwerking van geconcentreerde kaliloog bij de gewone temperatuur gelukte het ook met chloorzinkioodoplossing violetkleuring bij de kurklamel te voorschijn te roepen. Deze bezat dan eene lamellense of korrelige hoedanigheid, zonder dat het echter tot vorming van hulsels was gekomen, waartoe eene plotselinge en hevige inwerking noodig is.

Behalve door middel van kaliloog, gelukte het VON HÖHNEL ook door langdurige inwerking van chroomzuur de kurklamel voor violetkleuring vatbaar te maken. Dit reagens lost in tamelijk geconcentreerden staat middellamel en cellulosewand volledig op, terwijl de kurklamellen geïsoleerd worden. Na korte inwerking van chroomzuur werden de kurklamellen door chloorzinkioodoplossing geel, na langere rooskleurig of violet, bij *Pirus Malus* zelfs blauwachtig violet en na nog meer langdurige inwerking licht geel gekleurd. VON HÖHNEL * verklaart dit verschijnsel door aan te nemen, dat niet al het suberine even gemakkelijk in chroomzuur oplost; gedeeltelijke oplossing daarvan brengt teweeg, dat de violetkleuring kan optreden, die later tengevolge van de oplossing der cellulose achterwege blijft. Ook in dit geval dus verklaart VON HÖHNEL de violetkleuring als een gevolg der aanwezigheid van cellulose in de kurklamel, in welke zienswijze hij versterkt is geworden door zijne proeven met koperoxydammoniak, waarmede het naar zijne meening steeds gelukt de cellulosebasis der kurklamel op te lossen †. Het verschillend weerstandbiedend vermogen van het suberine tegenover chroomzuur acht VON HÖHNEL niet genoeg van beteekenis om verschillende wijzigingen dezer celwandstof aan te nemen §.

Behalve de verhouding tegenover kaliloog en chroomzuur heeft VON HÖHNEL ** ook in bijzonderheden de inwerking van SCHULZE's reagens, kaliumchloraat en salpeterzuur, op de kurklamel nagegaan en gevonden, dat het suberine hierdoor bij verwarming omgezet wordt in eene tusschen 30 en 40° smeltbare stof, die in kokenden alcohol, aether, benzol, chloroform en verdunde kaliloog oplosbaar is en door DÖPPING cerinezuur is genoemd. Uit het bovenstaande blijkt, dat aan VON HÖHNEL de verdienste toekomt drie kenmerkende reacties gegeven te hebben voor kurkstofhoudende membranen, waardoor het mogelijk

* l. c. p. 554 en 555.

† l. c. p. 552 en 553.

§ l. c. p. 555.

** l. c. p. 556 en volg.

Digitized by Google

werd deze duidelijk te onderscheiden van andere celwanden, hetgeen vóór hem nog niet was gelukt. De drie bovenbeschreven reacties zijn door hem genoemd: de kalireactie, de chroomzuurreactie en de cerinezuurreactie *.

Hoe belangrijk VON HÖHNEL's onderzoekingen ook mogen geacht worden, omtrent de chemische natuur van het zoogenaamde suberine, bleef men in het onzekere. KÜGLER † vond hierin eene aanleiding om te beproeven ons licht te verschaffen omtrent de natuur dezer stof. Zijne in zoo menig opzicht belangrijke onderzoekingen hebben uitsluitend betrekking op het kurk van *Quercus Suber*. Door verwarming met chloroform gelukte het aan KÜGLER § aan kurk 12 tot 13 pCt. vaste stoffen te onttrekken en wel 2.9 pCt. cerine, een kristalliseerbaar lichaam door VON HÖHNEL ** in den celinhoud aangetroffen en eene amorphe bij 126° smeltbare zelfstandigheid. Nadat door alcohol het looizuur verwijderd was, bleek het weefsel nog aanmerkelijke hoeveelheden kurkstof te bevatten, die door eenvoudige oplosmiddelen niet te verwijderen waren. In de veronderstelling, dat het suberine uit een mengsel van vetten bestond, trachtte KÜGLER deze door waterige kaliloog aan het weefsel te onttrekken; dit middel werkte evenwel te hevig op andere bestanddeelen in, reden waarom alcoholische kaliloog beproefd werd. Hiermede gelukte het onder aanwending van warmte aan het kurkweefsel al het suberine te onttrekken. Op deze wijze werd 32.65 pCt. stof in oplossing gebracht, welke bij nader onderzoek bleek te bestaan uit 2.65 pCt. glycerine en 30 pCt. zuren, nl. stearinezuur en een nog onbekend zuur, smeltbaar bij 96°, kristalliseerbaar, onoplosbaar in water, oplosbaar in alcohol. KÜGLER heeft van dit zuur eene bijzondere studie gemaakt en er den naam phellonzuur aan gegeven. De door chloroform uitgetrokken en bij 126° smeltbare zelfstandigheid bleek uit dezelfde stoffen te bestaan als verkregen werden door uittrekking met alcoholische kaliloog, nl. stearinezuur, phellonzuur en glycerine. KÜGLER besluit op grond zijner onderzoekingen, dat suberine een vet is in den waren zin van het woord ††. Hij erkent, dat het zeer opmerkelijk is, dat het suberine niet volledig door de gewone oplosmiddelen der vetten kan uitgetrokken worden, een feit, dat hij verklaart door aan te ne-

---

* l. c. p. 522 en volg.

† Ueber den Kork von Quercus Suber, *Archiv. d. Pharm.*, 22. B., 6. Heft, p. 217 en volg.

§ l. c. p. 226 en volg.

** l. c. p. 591 en volg.

†† Naar GILSON, La Subérine et les cellules du liège, Dissertation inaugur., p. 13.

Digitized by Google

men, dat in de kurklamel de moleculen der vetten door cellulosemoleculen zijn ingesloten, in dier voege dat deze laatste het vet verhinderen in oplossing over te gaan.

VON HÖHNEL bepaalde bij zijn veel omvattend onderzoek zich tot het volwassen weefsel, reden waarom ik eenige jaren geleden het plan opvatte eene studie te maken van de ontwikkelingsgeschiedenis van den kurkceelwand. Alvorens hiertoe te kunnen overgaan, was ik genoodzaakt ook door proefneming mij op de hoogte te stellen van VON HÖHNEL's resultaten, verkregen bij den volwassen wand. Omtrent enkele belangrijke uitspraken van dezen onderzoeker rees bij mij twijfel. Om tot eene oplossing te komen der zich voordoende vragen, werd naar nieuwe methoden van onderzoek gezocht en dientengevolge verkreeg het onderzoek van den volwassen wand, eene grootere uitgebreidheid dan in mijne bedoeling lag, terwijl dat der ontwikkelingsgeschiedenis achterwege bleef. De door mij verkregen uitkomsten, welke in de *Arch. Néerl.* * zijn medegedeeld, zullen hier in het kort worden vermeld, in zooverre ze voor dit nieuwe onderzoek van belang mogen geacht worden.

Na er op gewezen te hebben, dat VON HÖHNEL nimmer eene zuiver blauwe verkleuring met chloorzinkioodoplossing bij de kurklamel verkregen had, derhalve geen duidelijke cellulosereactie en aangetoond te hebben, dat de door hem verkregen violetkleuring niet het gevolg kon zijn van de aanwezigheid van cellulose, aangezien iodium opgelost in ioodkaliumoplossing in staat was dezelfde verkleuring teweeg te brengen †, slaagde ik er in, na eene nieuwe methode van onderzoek te hebben gevonden, het bewijs te leveren, dat bij de kurklamel geen cellulosebasis voorkomt. Bedoelde methode § bestond in verwarming der doorsneden in glycerine tot 290°, dus tot eene temperatuur, waarbij vetten ontleed worden. Het bleek, dat de kurklamel hierdoor eveneens eene ontleding onderging en gewoonlijk niets achterliet dan eene rest, die door zeer verdund chroomzuur gemakkelijk uit de doorsneden te verwijderen was. Nimmer gelukte het na gedeeltelijke of geheele verwijdering der kurklamel eene cellulosebasis te vinden, niettegenstaande zelfs zeer dunne cellulosewanden niet merkbaar tijdens het hierboven beschreven proces worden aangetast en niettegenstaande het bij de opperhuid volstrekt geen bezwaar oplevert de cellulosebasis der gecutieulariseerde lagen ** aan te toonen. Bij de

* l. c.

† l. c. p. 8 en volg.

§ l. c. p. 14 en volg.

** l. c. p. 27 en volg.

Digitized by Google

eene plant bleek de kurklamel spoediger ontleed te worden dan bij de andere; in enkele gevallen zelfs werden verschillen opgemerkt bij de deelen van de zelfde kurklamel. Daar bovendien het weerstandbiedend vermogen tegenover kaliloog en andere reactieven werd bevonden zeer verschillend te zijn voor onderscheidene bestanddeelen der kurklamel, was ik van gevoelen, dat het zoogenaamde suberine niet uit één, maar uit meerdere chemische lichamen * zou zijn samengesteld. De temperatuur, waarbij de kurklamel wordt ontleed en hare verhouding tegenover kaliloog deden vermoeden, dat er eene nauwe verwantschap bestond tusschen hare kenmerkende bestanddeelen en de vetten, reden waarom vooral als een opmerkelijk verschijnsel moet worden vermeld, dat terwijl vetten bij lage temperatuur reeds smelten, nimmer werd waargenomen, dat de ontleding der kurklamel door eene smelting werd voorafgegaan †, de uitsmelting van zoogenaamd was, welke in enkele gevallen beneden 100° plaats vindt, buiten rekening gelaten.

Evenals Wiesner § bij *Quercus*, gelukte het mij ** in verschillende gevallen door langdurige inwerking van kaliloog of andere sterk werkende reactieven, gevolgd door zachte drukking op het dekglaasje, de kurklamel in zeer kleine korreltjes te verdeelen, door Wiesner †† dermatosomen genoemd. In tegenstelling van de door dezen onderzoeker bij bastvezels verkregen dermatosomen bleken die der kurklamel niet uit cellulose, maar uit kurkstof te bestaan. Het tusschen de dermatosomen zich bevindende suberine onderging eene ontleding, bij het gebruik van kaliloog, naar het mij voorkwam, eene verzeeping.

Toen mijne onderzoekingen, die de bouwstoffen voor de voorliggende verhandeling moesten leveren, ten deele waren volbracht, leerde ik eene belangrijke studie over het suberine kennen, nl. die van Gilson §§. De voornaamste resultaten door dezen onderzoeker verkregen zullen hier in het kort worden vermeld. Het gelukte Gilson *** aan fijn verdeeld met natriumcarbonaat gereinigd kurk van *Quercus Suber* door middel van driepercentische alcoholische kaliloog

* l. c. p. 27 en 43.

† l. c. p. 26 en 43.

§ Untersuch. ü. d. Organisat. d. vegetab. Zellhaut, *Sitzb. d. Kais. Akad. d. Wissensch.*, XCIII. B., 1. Abth., Jänner-Heft, 1886, p. 45 en 46.

** l. c. p. 30 en volg.

†† l. c. p. 36.

§§ La Subérine et les cellules du Liège, La Cellule, t. VI, 1r fascicule.

*** l. c p. 15 en volg.

Digitized by Google

al het suberine te onttrekken benevens het in den inhoud voorkomende cerine. Uit de verkregen oplossing wist GILSON behalve het genoemde cerine drie zuren af te scheiden benevens glycerine. Een der zuren bleek het door KÜGLER ontdekte phellonzuur te zijn, de twee andere waren nog onbekende en zijn door hunnen ontdekker phloionzuur en suberinezuur genoemd. Onder den gemeenschappelijken naam van „acides subérogéniques" * vinden wij ze beschreven, het phellonzuur als eene witte gekristalliseerde stof, bij 95 à 96° in eene kleurlooze vloeistof overgaande, die bij bekoeling eene kristallijnen massa vormt, onoplosbaar in water, oplosbaar in kokenden alcohol, aether en chloroform, weinig oplosbaar bij de gewone temperatuur; het suberinezuur als half vloeibaar, bij verwarming spoedig geheel vloeibaar wordend, onoplosbaar in water, zeer oplosbaar in alcohol, aether en chloroform en onder vorming van suberinezuurkalium in waterige en alcoholische kaliloog; het phloionzuur als een gekristalliseerd lichaam, onoplosbaar in koud en weinig oplosbaar in kokend water, smeltbaar bij 120 à 121°. Behalve de zuren bereidde GILSON verschillende hunner zouten, o. a. ook de kaliumzouten, waarvan het phellonzuurkalium wordt beschreven als een kristallijnen lichaam, dat in koud water opzwelt, maar niet oplost, zelfs niet bij verwarming, daarentegen onder aanwending van warmte oplosbaar is in al of niet verdunden alcohol; het suberinezuurkalium als een in water en alcohol zeer oplosbaar, het phloionzuurkalium als een in water oplosbaar, in alcohol zeer weinig oplosbaar zout. Opmerking verdient het, dat phellonzuur bij 180° en suberinezuur bij 160 à 170° belangrijke wijzigingen bleken te ondergaan, waarbij zij hunne smeltbaarheid en oplosbaarheid verloren. Het bij 180° verkregen anhydride van phellonzuur werd door alcoholische kaliloog niet zoo gemakkelijk meer in het kaliumzout omgezet dan genoemd zuur. Andere wijzigingen werden beschouwd als het gevolg te kunnen zijn van condensatie of polymerisatie.

GILSON † vond mijne gevolgtrekking, dat de door VON HÖHNEL waargenomen violetkleuring der kurklamel door chloorzinkjoodoplossing na voorafgaande maceratie in kaliloog niet het gevolg kon wezen der aanwezigheid van cellulose, niet alleen bevestigd, maar het gelukte hem ook het phellonzuurkalium als de oorzaak van dit merkwaardige verschijnsel aan te wijzen. Het phellonzuur gaf eene overeenkomstige verkleuring, het suberinezuur en phloionzuur daarentegen niet. Het door VON HÖHNEL vermelde wegblijven der verkleuring

* l. c. p. 21 en volg.

† l. c. p. 36, 37, 42, 43 en 44.

na behandeling met koperoxydammoniak verklaart GILSON als een gevolg der vorming van phellonzuurkoper. Hij acht het bewijs voor de aanwezigheid van cellulose in de kurklamel door VON HÖHNEL niet geleverd en neemt aan, dat deze stof daarin niet voorkomt, tenzij in uiterst geringe hoeveelheid.

Evenals bij *Quercus Suber* gelukte het aan GILSON * bij *Ulmus campestris var. suberosa* uit het kurkweefsel phellonzuur en suberinezuur af te scheiden, doch geen phloionzuur en glycerine. In beide gevallen wordt het suberinezuur in aanmerkelijk grootere hoeveelheid aangetroffen dan het phellonzuur; vooral is dit het geval bij *Quercus*. Beide zuren spelen volgens GILSON eene belangrijke rol bij de vorming van het suberine; of het phloionzuur hieraan deelneemt, kon hij nog niet bevestigen. Hij † verklaart de zienswijze van KÜGLER, dat suberine een vet is, niet te kunnen deelen en wel voornamelijk, omdat het suberine onoplosbaar is in de oplosmiddelen der vetten en omdat het niet of weinig smeltbaar is, daar men de kurklamellen tot 290° kan verwarmen zonder smelting waar te nemen, terwijl aan vetten betrekkelijk lage smeltpunten toekomen. KÜGLER's veronderstelling, dat cellulose het vet omhult en de oplossing verhindert, acht hij om verschillende redenen onaannemelijk. Terecht merkt hij o. a. op, dat de kurklamel onmogelijk uit vet en cellulose kan zijn samengesteld op zoodanige wijze, dat cellulosemoleculen het vet tegen oplosmiddelen en reactieven beschutten en omgekeerd het vet de cellulose; een van beide stoffen zou men ten minste moeten ontdekken. Bovendien staat het kurkweefsel aan verdunde alcoholische kaliloog spoedig al het suberine af. Volgens GILSON § is het suberine óf een mengsel van samengestelde aethers, weinig smeltbaar en onoplosbaar in alcohol, aether en chloroform óf wel een product, ontstaan door combinatie, condensatie of polymerisatie der kurkvormende zuren (acides subérogéniques) of hunne derivaten.

Zooals ik reeds heb aangestipt, werd ik eerst met GILSON's resultaten bekend, toen mijne proeven, waarvan de beschrijving zal volgen, voor een groot deel waren genomen. Alleen bij mijne laatste proeven heb ik dus acht kunnen geven op de door genoemden onderzoeker aan het licht gebrachte feiten, terwijl de vragen, welke ik mij ter oplossing heb voorgelegd, onafhankelijk zijn van zijne uitkomsten. Ware ik eerder met deze bekend geworden, dan had ik ook het kurkweefsel van *Ulmus campestris var. suberosa* in mijn onderzoek

* l. c. p. 32 en volg.

† l. c. p. 44 en volg.

§ l. c. p. 46.

Digitized by Google

opgenomen, wat thans niet is geschied. Het doel van mijn onderzoek, waarbij ik mij uitsluitend op het gebied der anatomie en mikrochemie bewoog, kan als volgt worden omschreven:

1°. Onderzoek naar de chemische geaardheid der kurklamel met behulp van reagentia en door middel der verwarmingsmethode met glycerine en zoo mogelijk afzondering van in de kurklamel aanwezige stoffen.

2°. Beantwoording der vraag: Kunnen in de kurklamel smeltbare vetten aanwezig zijn, zoo ja, wat is dan de oorzaak, dat bij verwarming in glycerine geen smelting wordt waargenomen en de behandeling met oplosmiddelen voor vetten van weinig of geen invloed is op de kurklamel?

3°. Verklaring van verschillende verschijnsels onder den mikroscoop waargenomen bij behandeling der kurklamel met reagentia, b.v. de door VON HÖHNEL waargenomen violetkleuring, de vorming van hulsels bij de kalireactie en andere tot heden nog niet op afdoende wijze verklaarde verschijnsels.

Het aantal door mij onderzochte planten is gering; het bepaalt zich in hoofdzaak tot slechts zeven, doch bij hare keuze is vooral gelet op verscheidenheid, wat het punt van onderzoek betreft. Het kurk van *Quercus Suber* is gekozen als vertegenwoordiger eener dunwandige soort en omdat het chemisch is onderzocht geworden; *Cytisus Laburnum* is in het onderzoek opgenomen, omdat de kurklamel er eene aanmerkelijke dikte verkrijgt; *Virgilea lutea*, omdat hier de violetkleuring zoo fraai en gemakkelijk wordt te voorschijn geroepen; *Pirus Malus* om de eigenaardige verhouding der kurklamel bij temperatuursverhooging; *Salix caprea* om het gehalte aan zoogenaamd was, het wegblijven der violette verkleuring en de meerdere resistentie der kurklamel bij verwarming in glycerine; *Betula alba*, omdat deze plant zich onderscheidt door eene gedeeltelijk in chroomzuur oplosbare kurklamel en *Ilex aquifolium*, omdat de kurklamel bij temperatuursverhooging mij een merkwaardig verschijnsel te aanschouwen gaf, dat evenwel nog niet door mij is beschreven geworden.

II. VERWARMING DER KURKLAMEL IN GLYCERINE.

Bij mijne vroegere onderzoekingen over den kurkcelwand heb ik reeds in bijzonderheden nagegaan, hoe de kurklamel zich gedraagt, wanneer zij verwarmd wordt tot eene temperatuur, waarbij vetten worden ontleed. De methode hierbij gevolgd bestond in verwarming in glycerine tot eene temperatuur van 230 tot 290° C. De uitkom-

Digitized by Google

sten hiermede verkregen kwamen mij belangrijk genoeg voor om aan dit punt van onderzoek meerdere uitbreiding te geven; bovendien onderscheidt de gevonden methode zich in een opzicht zeer van die, welke berusten op het gebruik van reagentia en oplosmiddelen. Deze dringen soms niet door tot de stof, waarop zij hunne werking moeten uitoefenen tengevolge der aanwezigheid van andere stoffen. Juist voor de kurklamel is dit meer dan eens beweerd geworden, doch van de door mij toegepaste verwarmingsmethode kan onmogelijk beweerd worden, dat de warmte de kurklamel niet in haar geheel doordringt; overal zal dus de temperatuursverhooging haren ontledenden invloed doen gelden. De voordeelen van het gebruik van glycerine zijn reeds vroeger door mij beschreven; hierover zal ik dus niet uitwijden, doch ik wil in het kort aangeven, hoe ik thans mijne methode na aangebrachte verbetering heb toegepast. De glycerine werd door uitkoken zooveel mogelijk van het daarin bevatte water bevrijd en met de doorsneden in dicht gesmolten buisjes met behulp van een oliebad tot de gewenschte temperatuur verwarmd. Bij verwarming op deze wijze had de bepaling der temperatuur voor mij meer waarde dan vroeger, aangezien thans door verdamping geen afkoeling der glycerine kon plaats vinden; bovendien bleek deze stof thans eerst bij hoogere temperatuur en in mindere mate ontleed te worden, terwijl de verwarming aanmerkelijk hooger kon worden opgevoerd.

De eerste reeks van proeven, op de hierboven beschreven wijze genomen, kan beschouwd worden als eene herhaling van mijne vroegere onderzoekingen. Tot contrôle van de hierbij verkregen uitkomsten waren onder de planten, wier kurkweefsels ik aan het verwarmingsproces onderwierp er eenige, die ik vroeger reeds had onderzocht. In het algemeen leidde dit onderzoek tot eene bevestiging van het vroeger reeds gevondene en tot weinig nieuwe resultaten, reden waarom ik de verkregen uitkomsten dan ook stilzwijgend zal voorbijgaan eene uitzondering makende voor *Ilex aquifolium.* Bij deze plant werd door mij een verschijnsel waargenomen, hetwelk ik van groote beteekenis achtte en dat een nieuw licht wierp op het wezen der kurklamel. Dit onderdeel van den kurkcelwand bezit bij *Ilex aquifolium* eene aanzienlijke dikte. Wat zijne verhouding betreft tegenover kaliloog, chroomzuur en het mengsel van kaliumchloraat en salpeterzuur onderscheidt het zich in geen enkel opzicht van de meeste andere kurklamellen. Na maceratie in kaliloog of chroomzuur geeft het met chloorzinkiood- of ioodioodkaliumoplossing de bekende violette verkleuring. Bij verwarming tot 100° wordt geen uitsmelting van zoogenaamd was waargenomen. In het kort het scheen,

Digitized by Google

dat ik met eene kurklamel te doen had, die in geen enkel opzicht zich afwijkend zou gedragen, doch toen ik haar tot 260° in glycerine had verwarmd, deed zich een verschijnsel voor, dat ik nog nimmer bij een' kurkcelwand had waargenomen. De geheele kurklamel scheen nl. gesmolten en was tot groote bollen en klompen samengeloopen (fig. 22 *s*). De producten der smelting waren geelachtig van kleur; ze schenen soms homogeen, soms van blazen voorzien; bij drukking op het dekglaasje bleken ze eene groote mate van hardheid te bezitten; wat de verhouding tegenover reagentia betreft, merk ik op, dat ze door geconcentreerd chroomzuur niet worden opgelost en dat ze door kokende kaliloog wel in meerdere of mindere mate worden aangetast, doch niet uit de doorsneden worden verwijderd. Sterkere verwarming evenwel gaat met spoedige ontleding gepaard; na verwarming tot 270° werden de gesmolten massa's nog wel teruggevonden, doch in veel mindere mate; haar voorkomen was meer blaasachtig, door verdund chroomzuur werden ze opgelost met achterlating van kleine korreltjes, die door iodium ter betere onderscheiding geel gekleurd kunnen worden; deze korreltjes werden steeds in de binnenste cellagen aangetroffen. Bij sterkere verwarming b.v. tot 280 of 290° ondergaan de blazige massa's, die veelal eene langwerpige of ronde gedaante bezitten geen noemenswaardige wijziging meer. Bij verwarming tot 250° valt soms reeds een begin van smelting waar te nemen, doch bij 240° heeft de kurklamel haren vorm nog volkomen behouden. Het lijdt geen twijfel of de smelting der kurklamel wordt voorafgegaan door reeds eenige ontleding, hetgeen vooral blijkt na meer langdurige verwarming bij 230 of 240°. Wat van niet minder belang is, is dat de ontleding der kurklamel ook kan plaats vinden, zonder dat eene smelting waarneembaar wordt; dit is nl. het geval, wanneer de temperatuur niet onmiddelijk tot 260° wordt opgevoerd, wanneer b.v. het kurkweefsel eerst geruimen tijd verwarmd wordt bij eene temperatuur 250° niet te boven gaande en vervolgens sterker. Op het hierboven beschreven verschijnsel heb ik ook bij andere planten nauwkeurig acht gegeven, doch in geen geval eene smelting der kurklamel met zekerheid kunnen constateeren; alleen bij het onderzoek van *Cytisus Laburnum* kwam het mij voor, dat bij verwarming in glycerine in de binnenste cellagen de ontleding bij 250° met eenige smelting gepaard ging.

Bij overdenking der hierboven beschreven waarnemingen, deed zich bij mij de vraag voor of het niet mogelijk was, dat in elke kurklamel nevens eene of meer onsmeltbare stoffen ook eene of meer smeltbare voorkwamen en of door eerstgenoemde in den regel niet eene uitsmelting of vorming van bollen werd voorkomen. In een

Digitized by Google

volgend hoofdstuk zal worden uiteengezet, op welke wijze ik er in geslaagd ben op deze vraag een beslist antwoord te kunnen geven.

Alvorens hiertoe over te gaan, wil ik een verslag geven van eene tweede reeks van proeven, waarbij ik het verwarmingsproces met eenige wijziging heb toegepast. De verwarming werd hierbij, na tot een' bepaalden warmtegraad te zijn voortgezet, niet onmiddelijk gestaakt, doch de doorsneden werden gedurende geruimen tijd aan den invloed eener bepaalde temperatuur blootgesteld. Bij verwarming op deze wijze hoopte ik, dat na gedeeltelijke ontleding der kurklamel het mij in meerdere of mindere mate zou mogen gelukken enkele stoffen er uit af te zonderen en nader te onderzoeken. De verwarming, die steeds meer dan een uur werd voortgezet, had plaats bij eene temperatuur van ongeveer 225, 250, 275 en ruim 300°; bovendien werden in enkele gevallen ook proeven genomen bij lagere en tusschengelegene temperaturen. In het algemeen werden na eene langdurige verwarming bij eene lagere temperatuur dezelfde verschijnsels waargenomen als vroeger bij eene hoogere. Bij *Virgilea*, *Cytisus*, *Ilex*, *Quercus*, *Pirus* en *Betula* nam ik in het algemeen het volgende waar. Terwijl de kurklamel dunner wordt, verliest ze langzamerhand haar vermogen om weerstand te bieden aan de inwerking van geconcentreerd chroomzuur. Zij wordt in meerdere of mindere mate hierdoor aangetast; bij sterkere verwarming wordt ze geheel of met achterlating van eenige resten opgelost. Bij nog sterkere verwarming is de inwerking van zeer verdund chroomzuur reeds voldoende haar volledig op te lossen, hetgeen in enkele gevallen, wanneer de verwarming niet zeer sterk is geweest, met eenige opzwelling of sterke kronkeling gepaard gaat (zie fig. 2, 6, 17 en 18 en verklaring der figuren). Bij vijf van de bovengenoemde planten gelukte het mij bij de resten der kurklamel, die ik na maceratie in geconcentreerd chroomzuur overhield, eene duidelijke violetkleuring met iodiodkalioplossing te voorschijn te roepen; bij *Pirus Malus* gelukte het mij slechts eene enkele maal eene zwakke verkleuring teweeg te brengen. Von Höhnel * vermeldt van deze plant, dat na maceratie in chroomzuur de kurklamel eene fraai blauwviolette verkleuring geeft met chloorzinkioodoplossing, hetgeen een hoog cellulosegehalte zou moeten aanduiden; het is mij echter nimmer mogen gelukken bij *Pirus Malus* eene fraai violette verkleuring met chloorzinkiood- of iodiodkaliop-lossing te voorschijn te roepen, noch na maceratie in chroomzuur, noch na behandeling met kaliloog, hetzij bij de gewone temperatuur, hetzij onder verwarming; slechts eene zeer zwakke verkleuring heb

* l. c. p. 547 en 548.

Digitized by Google

ik na maceratie in chroomzuur verkregen. Het afnemen van het weerstandbiedend vermogen tegenover chroomzuur bij verwarming der kurklamel gaat eenigermate gepaard met eene toename van resistentie tegenover kaliloog, zoodat wij ten slotte min of meer bruin gekleurde kurklamellen overhouden, die door kokende kaliloog niet de minste verandering ondergaan, zelfs hiermede niet meer eenige opzwelling vertoonen. Door verdund chroomzuur worden deze gewijzigde kurklamellen gemakkelijk opgelost, zooals boven reeds is vermeld. In plaats hiervan kan ook eene oplossing van kaliumpermanganaat en zwavelzuur worden gebezigd. Met kaliumchloraat en salpeterzuur verwarmd geven ze de cerinezuurreactie, vormen ten minste de karakteristieke in kaliloog oplosbare bollen. In vergelijk van de oorspronkelijke kurklamellen zijn ze veelal dun, doch in enkele gevallen kunnen ze nog eene aanmerkelijke dikte bezitten, zooals vooral het geval is bij *Cytisus Laburnum* (vergelijk fig. 1 en 2). In onderscheidene gevallen nam ik waar, dat wanneer de kurklamellen gedeeltelijk of geheel oplosbaar in geconcentreerd chroomzuur waren geworden en slechts in geringe mate de kalireactie vertoonden, b.v. slechts doorgeelkleuring of eenige opzwelling, het optreden dezer reactie aanmerkelijk versterkt kon worden door maceratie gedurende eenigen tijd in verdund chroomzuur; hierdoor werd de tegenover kaliloog resistente stof, die wij bij de bovenbeschreven gewijzigde lamellen aantroffen, opgelost en kon de kalireactie duidelijk te voorschijn geroepen worden. Bij de resten der kurklamel, die dan na toevoeging van water achterbleven, kon met ioodreagentia op onderscheidene wijzen violetkleuring teweeggebracht worden, echter niet bij *Pirus Malus*.

Het spreekt als 't ware van zelf, dat de hierboven beschreven kalireactie, onder zoo bijzondere omstandigheden te voorschijn geroepen, grootere of kleinere afwijkingen vertoont. Belangrijk is in dit opzicht vooral *Betula alba* (zie fig. 17 en 18 en verklaring der figuren); terwijl zonder voorafgaande verwarming alleen het binnenste gedeelte der kurklamel in geconcentreerd chroomzuur na langdurige maceratie oplost, is de bij 250° verwarmde kurklamel hierin in haar geheel oplosbaar, terwijl verdund alleen sterke kronkeling bij haar teweegbrengt; door kokende geconcentreerde of verdunde kaliloog wordt deze laatste dan naar het schijnt niet in het minst veranderd. Zetten wij de maceratie in verdund chroomzuur eenigen tijd voort, wasschen wij dit weg met water en voegen wij geconcentreerde kaliloog toe, zoo vormen zich bij verwarming onmiddelijk gele bollen, die door water volkomen worden opgelost. Voegen wij in plaats van geconcentreerde kaliloog verdunde toe, zoo nemen wij zonder te verwarmen eene snelle en volkomene oplossing der gekronkelde kurklamel

Digitized by Google

waar. De stof, waaruit deze bestaat geeft de zoogenaamde cerinezuurreactie, levert nl. bij verwarming met kaliumchloraat en salpeterzuur bollen, welke in verdunde kaliloog gemakkelijk oplosbaar zijn. Onderzoeken wij de bij 275° verwarmde kurklamel van *Betula*, dan gelukt het niet meer in kaliloog oplosbare stof af te zonderen, aangezien door verdund chroomzuur weldra eene volledige oplossing plaats vindt. Bij de bij 250° verwarmde kurklamellen wordt de oplossing in verdund chroomzuur verhinderd door de in kaliloog oplosbare stof en de kalireactie door de in verdund chroomzuur oplosbare. Te oordeelen naar de verhouding van den kurkcelwand tegenover kaliloog en op grond der vermelde mikrochemische onderzoekingen moeten wij wel aannemen, dat in de kurklamel één of meer stoffen voorkomen, die gemakkelijk door kaliloog verzeept worden en in water oplosbare zeep vormen. Het komt mij voor, dat ik bij *Betula* er werkelijk in geslaagd ben eene zoodanige stof af te zonderen. Wat ik echter van niet minder belang acht, is het optreden der kalireactie in onderscheidene gevallen, nadat de stoffen, die aan de kurklamel haar weerstandbiedend vermogen tegenover chroomzuur verleenen, geheel of bijna geheel verdwenen zijn. Het is dus niet onwaarschijnlijk, dat deze bij eenigszins lagere temperatuur ontleed worden dan andere, die eene bepaalde rol bij de kalireactie spelen. Onder eerstgenoemde moet waarschijnlijk ook de stof gezocht worden, welke in veel gevallen de violetkleuring teweegbrengt, daar deze, zooals hierboven is vermeld, nog optreedt bij de laatste sporen der kurklamel, die in chroomzuur onoplosbaar zijn, terwijl bij een nader onderzoek naar smeltbare stoffen ook vooral op die, welke het eerst eene ontleding ondergaan, zal moeten worden gelet, daar anders bij eventueel voorkomen daarvan zeker meermaal eene smelting zou te constateeren zijn geweest; de in kaliloog oplosbare stoffen komen dus hierbij minder in aanmerking.

De verschijnselen, welke zich bij verwarming in glycerine voordoen, zijn zooals ook reeds eenigermate uit het bovenmedegedeelde blijkt, niet alle gelijk voor verschillende kurklamellen, terwijl de temperatuur, waarbij de ontleding plaats grijpt ook niet altijd dezelfde is. Om b.v. in mindere of meerdere mate ontleding der kurklamel te kunnen constateeren en dientengevolge gedeeltelijke oplossing en destructie bij behandeling met chroomzuur moest bij zeer verschillende temperatuur verwarmd worden. Bij *Virgilea* vond ik reeds bij 210 à 215° de kurklamel zoozeer ontleed, dat het mij met eenigermate verdund chroomzuur gelukte haar na sterke kronkeling op te lossen, terwijl de cellulosewanden nog weerstand boden. Bij *Cytisus* gelukte het mij na verwarming bij 215 à 220° de kurklamel

Digitized by Google

in geconcentreerd chroomzuur grootendeels op te lossen. Voor *Ilex* en *Pirus* was eene verwarming bij ongeveer 225° voldoende om met geconcentreerd chroomzuur eene merkbare ontleding te kunnen constateeren. Bij *Quercus* bleek na verwarming bij 235 à 240° de kurklamel grootendeels ontleed. Bij *Betula* kon ik eerst na verwarming bij ongeveer 250° eene aanmerkelijke verandering waarnemen, welke reeds in dit hoofdstuk is beschreven geworden. Om eene oplossing in verdund chroomzuur te verkrijgen was voor *Virgilea* en *Cytisus* eene verwarming bij 225° noodig, voor *Ilex*, *Pirus* en *Quercus* bij 250° en voor *Betula* bij 275°. Wat *Ilex* betreft, dient opgemerkt te worden, dat de rest der kurklamel, welke na verwarming bij 275° teruggevonden wordt, soms het voorkomen heeft van eene dunne lamel, wanneer de verwarming niet onmiddelijk tot over haar smeltpunt is opgevoerd geworden, terwijl, wanneer dit wel heeft plaats gehad, slechts de reeds bovenvermelde meest langwerpige blazige massa's worden teruggevonden. Bij *Ilex* is de oplossing in verdund chroomzuur niet volkomen, daar in de binnenste cellagen steeds kleine korreltjes terugblijven, die door iodium geel gekleurd worden.

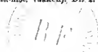
Bij de kurklamel van *Pirus Malus* (zie fig. 13) kunnen wij duidelijk twee deelen onderscheiden, die zich bij verwarming verschillend gedragen. Na verwarming bij 235 à 240° gedurende een uur kunnen wij bij den buitenwand het middelste gedeelte der kurklamel met verdund chroomzuur verwijderen, terwijl de rest nog weerstand biedt aan de inwerking van geconcentreerd. Hetzelfde resultaat kan ook worden verkregen door eenvoudige verwarming tot 250°, zooals vroeger door mij is toegepast geworden. Waaraan het verschijnsel, dat verschillende kurklamellen en soms deelen eener zelfde kurklamel bij verschillende temperatuur ontleed worden, moet worden toegeschreven, is dikwijls moeielijk aan te geven. Niet alleen verschil in chemische samenstelling, doch ook verschil in dichtheid kan als vermoedelijke oorzaak worden beschouwd; mogelijk komen beide factoren wel in aanmerking. Later kom ik op dit punt nog terug.

Zooals uit het bovenmedegedeelde reeds blijkt, heeft de reeks proefnemingen, welke ik bezig ben te beschrijven, meer tot hypothesen geleid dan tot bepaalde gevolgtrekkingen. Dit is ook het geval, wat den oorsprong der stof betreft, waaruit de bovenvermelde gewijzigde kurklamellen bestaan. De vraag, of deze stof een normaal bestanddeel is der kurklamel dan wel een ontledingsproduct, is op grond der bovenbeschreven onderzoekingen niet met zekerheid te beantwoorden; ik acht het laatste evenwel meer waarschijnlijk, omdat het mij vooral na onderzoek van *Cytisus Laburnum* gebleken is, dat de gevoeligheid der kurklamel tegenover kaliloog soms juist het

Digitized by Google

grootst is, ingeval de gewijzigde kurklamel eene meer aanzienlijke dikte bezit, terwijl wij bij eventueel voorkomen eener tegenover kaliloog zeer resistente stof juist het tegendeel zouden mogen verwachten. In het volgende hoofdstuk zal op de hierboven gestelde vraag een beslist antwoord worden gegeven. Voor het oogenblik zal ik mij bepalen tot het aangeven van enkele punten van verschil, die zich bij de verkregen producten voordoen. Terwijl na langdurige verwarming boven 300° bij *Ilex*, *Quercus* en *Betula* de raadselachtigo stof niet meer aan te wijzen is, zelfs niet met behulp van chloras kalicus en salpeterzuur, is dit nog wel het geval bij *Virgilea*, *Pirus* en *Cytisus*. Bij *Ilex* treffen wij nog slechts kleine korreltjes aan, die resistent zijn tegenover chroomzuur, geel gekleurd worden door iodium en oplosbaar zijn in chloroform. Met een enkel woord zijn zij reeds hierboven vermeld. Bij *Cytisus* doet zich het eigenaardige verschijnsel voor, dat door de sterkere verwarming de resistentie tegenover chroomzuur weder is toegenomen. Aanvankelijk schijnen de kurklamellen weerstand te bieden, zoowel aan de inwerking van verdund als aan die van geconcentreerd chroomzuur, doch na zeer langdurige inwerking bleek verdund toch in staat ze langzamerhand uit de doorsneden te verwijderen. Het is duidelijk, dat verschillende der hierboven beschreven verschijnselen bij eene dunne kurklamel, als *Quercus* bezit, niet altijd zoo duidelijk zijn waar te nemen dan b.v. bij eene dikke als die van *Cytisus*, doch steeds heb ik, wanneer eenige twijfel rees, mij van de juistheid mijner gevolgtrekkingen door contrôle-proeven overtuigd. Om niet te wijdloopig te worden zal ik deze echter niet beschrijven, terwijl ik ook eenige minder belangrijke verschijnsels met stilzwijgen zal voorbijgaan.

Het kurkweefsel van *Salix caprea*, dat hierboven niet is genoemd, vertoont zeer afwijkende verschijnselen. Zooals bekend is, bevat dit weefsel in de dikke kurklamel eene groote hoeveelheid eener smeltbare stof, die reeds beneden 100° C. gedeeltelijk uit den wand te voorschijn komt. Deze stof door VON HÖHNEL was genoemd, is hinderlijk voor de waarneming van andere verschijnsels. Ofschoon oplosbaar in kokend chloroform schijnt zij slechts voor een klein deel hierdoor uit den celwand verwijderd te kunnen worden, hetgeen mij na verwarming van al en niet in chloroform uitgekookte doorsneden gebleken is. Langdurige verwarming bij ongeveer 250° veroorzaakt merkbare ontleding der kurklamel; bij eene temperatuur van 275 en ruim 300° is dit in meerdere mate het geval. In het laatste geval vinden wij tusschen de resten der kurklamel groote geelachtige bollen, die door kokend chloroform verwijderd kunnen worden. Wanneer dit heeft plaats gevonden, houden wij behalve talrijke korreltjes ook



Digitized by Google

nog een tamelijk dik deel der kurklamel terug, dat zijdelings innig verbonden is met de overeenkomstige deelen der aangrenzende cellen; dit verband blijft bestaan bij maceratie in geconcentreerd chroomzuur, behandeling met geconcentreerd zwavelzuur of koking in kaliloog, reagentia aan wier inwerking de rest der kurklamel hardnekkig weerstand biedt. Door iodium wordt het van de kurklamel overgeblevene steeds geel gekleurd, ook na maceratie in chroomzuur.

- - -

III. Behandeling der kurklamel met alcoholische kaliloog.

Om de in het vorige hoofdstuk gestelde vraag te beantwoorden, of de stof, waaruit de gewijzigde kurklamel, die bij verwarming in glycerine achterblijft, bestaat, een normaal bestanddeel van den celwand of wel een ontledingsproduct is, heb ik gemeend te moeten beproeven zoo mogelijk haar ook nog langs een' anderen weg uit de kurklamel af te scheiden. Om dit doel te bereiken heb ik deze behandeld met tienpercentische alcoholische kaliloog, daar bij *Quercus* gebleken is, dat suberine door dit reactief het gemakkelijkst ontleed en opgelost wordt. Indien het nu gelukte eene tegenover kaliloog resistente en in verdund chroomzuur oplosbare lamel over te houden, dan lag het voor de hand om de raadselachtige stof als een normaal bestanddeel der kurklamel te beschouwen, doch als een ontledingsproduct zoo volkomen oplossing plaats vond. De proeven, die ik in het kort hieronder zal vermelden, hebben tot het resultaat geleid laatstgenoemde zienswijze als de juiste te moeten beschouwen. Doorsneden van het kurkweefsel der zeven reeds genoemde planten werden in tienpercentische alcoholische kaliloog gelegd en na eene maceratie van één, twee en veertien dagen met kalinmchloraat en salpeterzuur onderzocht of gedurende korten tijd met chroomzuur behandeld om houtstof en celinhoud te verwijderen, waarna de kurkresten met behulp van geconcentreerd zwavelzuur geisoleerd of door iodium geel gekleurd werden. De verschillende duur der maceratie leverde in het algemeen geen verschil op. Bij *Cytisus* en *Betula* (zie fig. 5, 6 en 18 en verklaring der figuren) was na eene maceratie van 24 uur geen spoor meer van de kurklamel te ontdekken, zelfs niet met behulp van kalinmchloraat en salpeterzuur. Bij *Ilex* verkreeg ik hiermede steeds eene zwakke reactie, ook na koking in tienpercentische alcoholische kaliloog. Het gelukte mij echter niet op de bovenaangegeven wijze kurkstofresten uit het weefsel af te nderen. Bij *Quercus* behield ik na eene maceratie van veertien gen eveneens eene zwakke reactie met kalinmchloraat en salpeter-

Digitized by Google

zuur, ook na koking in de alcoholische kaliloog, zonder met andere reagentia kurkstof te kunnen aantoonen. Bij *Virgilea* verkreeg ik met kaliumchloraat en salpeterzuur steeds eene nog vrij sterke reactie, ook na koking in alcoholische kaliloog, terwijl ook met andere reagentia de rest der kurklamel kon worden aangetoond, doch niet na behandeling met verdund chroomzuur, zoodat ik moet aannemen, dat de achtergebleven kurkstof hierin oplosbaar is. Bij *Pirus* verkreeg ik met kaliumchloraat en salpeterzuur eene reactie, niet minder sterk dan bij *Virgilea*, terwijl ook met andere reagentia resten der kurklamel waren aan te toonen en af te zonderen. In tegenstelling met het vorige geval gelukte dit ook na maceratie in chroomzuur, doch nimmer na koking in alcoholische kaliloog. Bij *Salix* schijnt de kurklamel na eene maceratie van veertien dagen in alcoholische kaliloog nog weinig veranderd; na ze hiermede gekookt te hebben, bleek ze wel eenigermate aangetast, doch hare dikte niet merkbaar afgenomen. Tegenover alcoholische kaliloog gedraagt bij *Salix* de kurklamel zich dus even afwijkend als bij verwarming in glycerine.

De volkomen oplossing der kurklamel bij *Cytisus*, *Betula* en *Pirus* met behulp van koude of kokende alcoholische kaliloog toonen naar mijne meening voldoende aan, dat wij de door verwarming gemetamorphoseerde kurklamel als een ontledingsproduct moeten beschouwen, te meer omdat deze juist in de aangehaalde gevallen eene nog min of meer aanzienlijke dikte bezit (fig. 2). Aan welke stof of stoffen ze haar ontstaan te danken heeft, is moeilijk aan te geven, doch het komt mij voor, dat in de eerste plaats moet gedacht worden aan die, welke in waterige kaliloog oplosbaar zijn. Na langdurige behandeling hiermede zonder verwarming gelukt het dikwijls in meerdere of mindere mate de kurklamel in kleine korreltjes te verdeelen, welke WIESNER dermatosomen heeft genoemd. Deze zijn dus min of meer omgeven door het in waterige kaliloog oplosbare bestanddeel; wordt dit verwijderd, dan wordt bij de kurklamel het verband geheel of ten deele opgeheven; bij verwarming in glycerine evenwel blijft dit behouden, reden waarom ik veronderstel, dat de gewijzigde kurklamel hare stevigheid verschuldigd is aan het in waterige kaliloog oplosbare bestanddeel, dat eene chemische verandering heeft ondergaan.

De hierboven beschreven proeven geven niet alleen een antwoord op de in het vorige hoofdstuk gestelde vraag, zij bevestigen bovendien volkomen mijne vroegere uitspraak, dat bij de kurklamel geen cellulosebasis voorkomt. Na geheele of gedeeltelijke oplossing der kurklamel was nimmer eene cellulosereactie tusschen de middellamel en

Digitized by Google

den in den regel min of meer verhouten cellulosewand waar te nemen. In de gunstigste gevallen is de oplossing der kurklamel eene volkomene en ligt de cellulosewand geheel vrij in de cel; dit zou niet het geval kunnen zijn, wanneer de kurklamel eene cellulosebasis bezat, daar cellulosewanden door koude tienpercentische alcoholische kaliloog niet merkbaar worden aangetast. Dit reactief komt mij ook zeer geschikt voor, indien wij de kurklamel willen verwijderen om middellamel en cellulosewand beter te kunnen bestudeeren; bij mijne praeparaten heb ik o. a. zeer duidelijk de sterkere verhouting der middellamel bij de tangentiale wanden kunnen waarnemen.

IV. Onderzoek naar smeltbare stoffen in de kurklamel.

In het tweede hoofdstuk heb ik de gronden aangegeven, waarin de hypothese, dat in de kurklamel wellicht smeltbare stoffen voorkomen, haren steun vindt. Ik heb er toen reeds op gewezen, dat deze waarschijnlijk niet moeten gezocht worden onder degene, die door kaliloog gemakkelijk ontleed en opgelost worden en die min of meer andere schijnen in te sluiten, die niet oplosbaar zijn in kaliloog en vooral het hoofdbestanddeel schijnen uit te maken der zoogenaamde dermatosomen, die in vele gevallen uit de kurklamel zijn af te zonderen en vroeger reeds door mij zijn beschreven geworden *. Om laatstgenoemde stoffen beter te kunnen onderzoeken, heb ik gemeend te moeten beproeven eerstgenoemde door voorzichtige behandeling met kaliloog te verwijderen; om dit te bereiken werden de doorsneden bij de gewone temperatuur blootgesteld aan eene kortere of meer langdurige inwerking van vijftigpercentische kaliloog; vervolgens werden ze met water zorgvuldig uitgewasschen en werd de rest der kurklamel door middel van verwarming in glycerine op de aanwezigheid van smeltbare stoffen onderzocht. Aan dit onderzoek, dat aanstonds tot zeer verrassende resultaten leidde, heb ik eene groote uitbreiding gegeven. Vooraf een enkel woord over de gevolgde methode. De verwarming in glycerine geschiedde weder evenals vroeger in dichtgesmolten buisjes, beneden 100° met behulp van een waterbad, boven 100° met behulp van een oliebad. Het gebruik van glycerine levert in dit geval nog een bijzonder voordeel op. Deze stof lost, zooals mij gebleken is, de meeste stoffen op, die bij ontle-

* l. c. p. 30 en volg.

Digitized by Google

ding der kurklamel door middel van kaliloog ontstaan. Terwijl een deel dezer stoffen reeds in de vijftigpercentische kaliloog oplost, een ander deel benevens de kaliloog door het afwaschwater verwijderd worden, kunnen bij eventueele aanwezigheid in water onoplosbare ontledingsproducten meestal in de glycerine worden opgenomen. De stoffen, welke van de kurklamel achterblijven, kunnen wij dus in den regel als hare chemisch onveranderde bestanddeelen beschouwen, omdat de ontledingsproducten verwijderd zijn geworden. In plaats van vijftigpercentische kaliloog had wellicht evengoed eene meer verdunde kunnen gebruikt worden; in navolging van VON HÖHNEL heb ik evenals vroeger ook thans weder eene meer geconcentreerde loog gebruikt.

Over hetgeen wij waarnemen, wanneer wij verschillende kurkweefsels met eenigszins geconcentreerde kaliloog macereeren, hierover zal ik niet uitwijden, daar dit punt in mijne vorige verhandeling reeds is besproken *. In het kort komt het hierop neer. Na de gemacereerde weefsels met water te hebben uitgewasschen, hetgeen met eenige opzwelling en verdwijning der ontstane gele kleur gepaard gaat, kunnen wij bij de kurklamel meestal eene splitsing in lamellen waarnemen en gelukt het in den regel door drukking op het dekglaasje uit te oefenen in meerdere of mindere mate eene verdeeling in desmatosomen te bewerkstelligen. Bij sommige planten gaat dit zeer gemakkelijk, zooals b.v. bij *Cytisus* en *Quercus*, bij andere daarentegen kan niet spoedig eene volkomene verdeeling verkregen worden of gaat dit zeer moeilijk.

Verwarmen wij de door kaliloog gewijzigde kurklamellen in glycerine, zoo nemen wij bij alle zeven door mij onderzochte planten smelting waar, die in sommige gevallen zelfs zoo volkomen is, dat wij in plaats van kurklamellen niets dan groote bollen wedervinden (zie fig. 7 en 14). Bij nader onderzoek dezer smeltingsproducten doen zich tal van bijzonderheden voor. Ik zal aanvangen met eene mededeeling mijner resultaten, welke ik bij *Quercus*, *Cytisus*, *Ilex*, *Virgilea* en *Betula* verkreeg, omdat deze planten belangrijke punten van overeenkomst aanbieden, wat vooral na eene langdurige inwerking van kaliloog te constateeren valt. De maceratie werd in dit geval meestal gedurende een tijdsverloop van ruim twee maanden voortgezet, doch noodig is eene zóó langdurige inwerking niet, daar mij gebleken is, dat eene aanmerkelijk kortere tot dezelfde resultaten kan leiden. Bij de vier eerstgenoemde planten is de smelting

* l. c. p. 30 en volg.

Digitized by Google

tot bollen eene volkomene, bij *Betula* daarentegen niet, alwaar het buitenste gedeelte der kurklamel geen deel neemt aan de smelting (zie fig. 21 en verkl.). Bij *Quercus* vond ik na verwarming tot 120° de kurklamel dicht met kleine bolletjes bezet en bij 130° tot bollen samengeloopen; bij *Cytisus* hadden zich bij 110° bollen gevormd, bij *Ilex* bij 120°; bij *Virgilea* vertoonde de kurklamel na verwarming tot 120° sporen van smelting; bij 130° was ze tot bollen samengeloopen; bij *Betula* had bij 120° het binnenste gedeelte der kurklamel dikwijls talrijke bolletjes gevormd. Door chloroform worden de bollen bij verwarming opgelost, bij *Betula* met achterlating van het buitenste deel der kurklamel, dat zelfs bij 200° geen smelting vertoont en weerstand biedt aan de inwerking van geconcentreerd chroomzuur. Met kaliumchloraat en salpeterzuur verwarmd geven de bollen de zoogenaamde cerinezuurreactie. De verwarming moet echter geruimen tijd worden voortgezet om homogene bollen te verkrijgen, die in verdunde kaliloog volkomen oplossen. Door iodium worden de bollen geel gekleurd, doch na maceratie in chroomzuur violet (zie fig. 8 en 21 benevens verklaring der figuren); wordt de maceratie echter geruimen tijd voortgezet, zoo komt met iodium de violette kleur niet meer te voorschijn. Door chroomzuur worden de bollen niet opgelost, zelfs niet door geconcentreerd, doch de stof, waaruit ze bestaan, ondergaat reeds door verdund eene belangrijke chemische verandering; niet alleen dat deze stof na de behandeling zich tegenover iodium op eene eigenaardige wijze gedraagt, doch ze heeft ook hare smeltbaarheid verloren. Stellen wij de in kaliloog gemacereerde doorsneden eerst gedurende 24 uur bloot aan de inwerking van zeer verdund chroomzuur, alvorens ze in glycerine te verwarmen, dan heeft er zelfs bij 150 en 200° geen smelting plaats. Deze proef werpt een nieuw licht op de chroomzuurreactie; er blijkt nl. uit, dat de voorstelling van von Höhnel *, dat chroomzuur het suberine ten deele oplost, ten deele onaangetast laat, niet geheel juist is, daar datgene, wat niet in oplossing overgaat, toch chemisch veranderd wordt. Opmerkelijk is het, dat bij *Betula* door zeer geconcentreerd chroomzuur langzamerhand het binnenste gedeelte der kurklamel verwijderd wordt, ofschoon dit toch in chroomzuur onoplosbare stof bevat. Na maceratie in kaliloog slaagde ik er niet in het door chroomzuur te verwijderen, terwijl, zooals boven reeds is vermeld, de bolletjes uit hetzelve afgescheiden daarin onoplosbaar zijn (zie fig. 21). Na maceratie in kaliloog neemt zoowel het binnenste als het buitenste deel

* l. c. p. 555.

Digitized by Google

der kurklamel met chloorzinkioodoplossing eene fraai violette kleur aan. Dit vindt ook plaats met ioodioodkalioplossing, wanneer de kurklamel in kaliloog en vervolgens in chroomzuur is gemacereerd geworden.

Verwarmen wij de bovenvermelde smeltingsproducten in glycerine bij eene temperatuur, waarbij vetten worden ontleed, zoo bemerken wij, dat om ze te ontleden de verwarming langer moet voortgezet worden of dat eene hoogere temperatuur noodig is dan om het in chroomzuur onoplosbare bestanddeel uit de onveranderde kurklamel te verwijderen. Bij verwarming worden de bollen langzamerhand kleiner en ten slotte verdwijnen ze geheel uit het kurkweefsel zonder zooals de kurklamel eene rest achter te laten, die in verdund chroomzuur gemakkelijk oplosbaar is. Deze proef is in twee opzichten van beteekenis. Zij toont aan, dat het verschil in temperatuursverhooging, welke noodig is om de kurklamel te ontleden of meer bepaald om het in geconcentreerd chroomzuur onoplosbare bestanddeel te verwijderen, niet alleen afhankelijk is van hare chemische geaardheid, doch dat ook in aanmerking moet genomen worden op hoedanige wijze de verschillende bestanddeelen nevens elkaar in de kurklamel voorkomen. Niet onmogelijk acht ik het, dat bij die kurklamellen, welke bij de laagste temperatuur hare resistentie tegenover chroomzuur verliezen, het bestanddeel, waaraan ze deze verschuldigd zijn, op de fijnste wijze verdeeld in de kurklamel voorkomt. Doch hoe dit ook zij, er schijnt een innig verband te bestaan tusschen de neiging der kurklamel om bij temperatuursverhooging spoediger of minder spoedig te worden ontleed en haren organischen bouw. In de tweede plaats acht ik de bovenbeschreven proef van beteekenis, omdat ze het vermoeden versterkt, dat de in verdund chroomzuur oplosbare stof (zie fig. 2), welke de kurklamel bij verwarming achterlaat, geen ontledingsproduct is van het smeltbare bestanddeel, doch van datgene, wat door maceratie in kaliloog is verwijderd geworden.

Wat voor de bollen vooral belangrijk is, is hunne verhouding tegenover kaliloog. Worden ze onder het dekglaasje hiermede gekookt, zoo kunnen wij nog geen aanmerkelijke verandering bespeuren, doch nemen wij de proef in een dichtgesmolten buisje en laten wij de kaliloog inwerken bij eene temperatuur hooger dan die, waarbij de bollen smelten, dus b.v. bij 130°, zoo heeft er volkomene ontleding plaats. Onderzoeken wij de doorsneden in water, zoo vinden wij in plaats van bollen ontledingsproducten, die volkomen op de door VON HÖHNEL beschreven hulsels gelijken (zie fig. 9 en 23). Wanneer ik de proef met geconcentreerde kaliloog nam en vervolgens onder den mikroskoop naging, welken invloed de toevoeging van water op de

Digitized by Google

ontledingsproducten uitoefende, dan nam ik waar, dat deze eene opzwelling ondergingen. Door chloorzinkioodoplossing worden de hulsels violet gekleurd; iodium opgelost in ioodkaliumoplossing brengt bij de gewone temperatuur geen noemenswaardige verkleuring teweeg, doch ze worden hiermede fraai violet na maceratie in min of meer verdund chroomzuur. Werkt het chroomzuur te langdurig in, zoo verliezen de hulsels het vermogen om violet gekleurd te worden.

Op grond der bovenvermelde reacties en der opzwelling met water vermoedde ik, dat de ontledingsproducten der bollen geheel of grootendeels uit kaliumphellonaat zouden bestaan. Met verdund zwavelzuur of verdund zoutzuur beproefde ik vervolgens het phellonzuur of een mengsel van dit zuur en andere zuren af te scheiden. Worden de hulsels onder het dekglaasje of in een mikrochemisch buisje met verdund zwavelzuur of zoutzuur gekookt, zoo worden ze onmiddelijk omgezet in vloeibare bollen, die bij bekoeling weder spoedig vast worden, waarbij de bolvormige gedaante verloren gaat en eene kristallijnen structuur optreedt (zie fig. 10). Worden de bollen langzaam afgekoeld, zoo vormen ze soms groote uitsteeksels; wil men zooveel mogelijk hunne bolvormige gedaante behouden, hetgeen bij nader onderzoek soms eenig voordeel oplevert, zoo moet de afkoeling zoo snel mogelijk plaats vinden. Worden ze door kokenden alcohol opgelost, zoo blijft van den kurkceelwand niets anders over dan de middellamel en de thans losliggende cellulosewand; alleen bij *Betula* is het buitenste gedeelte der kurklamel nog niet geheel verwijderd. Door chloorzinkioodoplossing en na behandeling met chroomzuur ook door ioodioodkalioplossing worden de bollen violet gekleurd. Uit de hierboven medegedeelde en nog andere belangrijke gegevens, die in het volgende hoofdstuk zullen worden besproken, blijkt dat deze bollen voor een aanzienlijk deel uit phellonzuur bestaan en de hierboven besproken ontledingsproducten verkregen met behulp van kaliloog voor een groot deel uit kaliumphellonaat. Bepaaldelijk is dit het geval met de eigenlijke hulsels, welke VON HÖHNEL als celluloselamellen beschreven heeft. Om uit de door kaliloog verkregen ontledingsproducten de zuren af te zonderen, kunnen wij in plaats van verdund zoutzuur of zwavelzuur ook zwakkere zuren gebruiken, als b.v. azijnzuur, citroenzuur en wijnsteenzuur. Ook gelukt de afscheiding met behulp van verdund chroomzuur, hetwelk echter spoedig op de afgescheiden zuren ontledend inwerkt.

De vijf hierboven behandelde planten stemmen in twee belangrijke punten overeen in tegenstelling met *Pirus* en *Salix*, die later zullen besproken worden. Bij alle vijf geeft de kurklamel of juister geven hare ontledingsproducten duidelijke phellonzuurreacties en na

Digitized by Google

langdurige maceratie in kaliloog vindt bij ongeveer 110 à 120° smelting plaats. Bovendien hebben wij gezien, dat de smeltingsproducten gemakkelijk kaliumphellonaat kunnen leveren. Ik geloof dan ook op grond mijner onderzoekingen te mogen besluiten, dat de stof, waaruit het phellonzuur is af te scheiden, een chemisch lichaam is, smeltbaar boven 100°, waarschijnlijk ongeveer bij 120°, en oplosbaar in chloroform. Nemen wij hierbij nog in aanmerking, dat het gelukt is glycerine uit het kurkweefsel van *Quercus Suber* af te scheiden, dan bestaat er geen enkele reden, om niet te mogen veronderstellen, dat wij hier werkelijk met een vet, de glycerylaether van phellonzuur, te doen hebben.

Hierboven heb ik er reeds min of meer op gewezen, dat eene langdurige maceratie in kaliloog en eene korte, b.v. van één of twee dagen, niet tot hetzelfde resultaat leiden. Ik zal eenige bijzonderheden mededeelen, waaruit het verschil duidelijk zal blijken. Droge doorsneden van flesschenkurk kunnen na eene maceratie van 24 uur in kaliloog van 50 pCt. tot 200° in glycerine verwarmd worden, zonder dat eene smelting wordt waargenomen, hetgeen slechts daaraan moet worden toegeschreven, dat het reactief nog niet voldoende heeft ingewerkt. Zetten wij echter de maceratie tweemaal 24 uur voort, zoo nemen wij reeds bij 90° eene duidelijke smelting en samenlooping tot bollen waar, dus bij eene temperatuur aanmerkelijk lager dan na eene langdurige maceratie. De aldus verkregen bollen gedragen zich tegenover oplosmiddelen en reagentia volkomen op dezelfde wijze als de bij eene hoogere temperatuur verkregene. Bij de overige door mij onderzochte planten werkte de kaliloog in den regel spoediger in, hetgeen ik daaraan toeschrijf, dat de doorsneden niet droog, maar in vochtigen toestand in het reactief werden gebracht. Bij *Cytisus* had na eene maceratie van 24 uur bij 90° eene volkomene smelting tot bollen plaats en zelfs kon ik, nadat de kaliloog een half uur of een uur had ingewerkt, bij 70° duidelijk een begin van smelting waarnemen. Bij *Ilex* had na eene maceratie van 24 uur bij 110° samenlooping tot bollen plaats, terwijl na eene meer langdurige de temperatuur tot 120° moest worden verhoogd. Bij *Betula* nam ik, wanneer de kaliloog gedurende 24 uur had ingewerkt en de verwarming tot 100° was voortgezet, kleine bolletjes in het binnenste gedeelte der kurklamel waar. In de aangehaalde gevallen vond dus na eene korte maceratie eerder smelting plaats dan na eene langdurige; bij *Virgilia* vond na eene maceratie van één en twee dagen bij verwarming nog geen samenlooping tot bollen plaats en na meer langdurige is voor de smelting het temperatuursverschil gering of geheel vervallen. Het hierboven beschreven ver-

Digitized by Google

schijnsel heb ik op geen andere wijze weten te verklaren dan door aan te nemen, dat in de kurklamel minstens één stof aanwezig moet zijn, die bij eene lagere temperatuur smelt en door kaliloog gemakkelijker ontleed wordt dan de stof, welke ons het phellonzuur levert. Niet onwaarschijnlijk is het dus, dat wij met meer chemische lichamen te doen hebben, die in de rij der vetten thuis behooren.

Het juiste smeltpunt der phellonzuurverbinding is op grond mijner mikrochemische proeven niet aan te geven. Na langdurige maceratie in kaliloog heeft nu eens smelting plaats bij 110°, dan weder bij 120° en in een geval kon eerst bij 130° eene volkomene samenlooping tot bollen geconstateerd worden. Opmerkelijk is het, dat de laagste smeltpunten voornamelijk gevonden zijn bij die planten, wier kurklamellen na korte maceratie in kaliloog bij betrekkelijk lage temperatuur smelten en het hoogste juist in het geval, waarbij de duur der maceratie geen merkbaren invloed op het smeltpunt schijnt uit te oefenen. Blijkbaar wordt het smeltpunt van de phellonzuurverbinding door de aanwezigheid van één of meer andere smeltbare stoffen verlaagd, die door koude kaliloog niet volkomen ontleed kunnen worden, reden waarom het mij voorkomt, dat het hoogst gevonden cijfer het meest de waarheid nabij zal komen.

Voor vijf van de zeven door mij onderzochte planten heb ik hierboven beschreven, hoe de kurklamel na maceratie in kaliloog zich gedraagt bij verwarming in glycerine. Wat de twee nog overblijvende betreft, nl. *Pirus* en *Salix*, moet ik er op wijzen, dat bij beide de kurklamel zich vooral onderscheidt ten opzichte der phellonzuurreactie. Bij *Pirus* is deze soms door mij waargenomen, doch slechts in zeer geringe mate, bij den dikken kurkcelwand van *Salix* (fig. 25) daarentegen nimmer, bij welke plant de kurklamel vooral ook gekenmerkt is door haar gehalte aan zoogenaamd was, eene smeltbare stof, die beneden 100° reeds uit den celwand te voorschijn komt en in groote hoeveelheid wordt aangetroffen. Het was dus te verwachten, dat ik bij verwarming in glycerine na maceratie in kaliloog tot afwijkende uitkomsten zou komen, welk vermoeden dan ook bevestigd werd. Na langdurige maceratie vond smelting plaats, doch in beide gevallen beneden 100°. Bij *Pirus* (zie fig. 14) werd smelting waargenomen na verwarming tot 70°, bij *Salix* na verwarming tot 90°. De smeltbare stoffen zijn oplosbaar in kokend chloroform. Verwijderen wij ze hiermede, zoo kunnen wij bij *Pirus* met behulp van chroomzuur of iodium nog in meerdere of mindere mate resten der kurklamel aantoonen in den vorm van dunne lamellen, die aan de smelting geen deel hebben genomen. Bij *Salix* is de smelting nog minder eene volkomene, daar hieraan door een aanzienlijk deel

Digitized by Google

der kurklamel niet wordt deelgenomen, hetwelk na behandeling met kokend chloroform achterblijft.

V. Onderzoek der verzeepingsproducten.

In het vorige hoofdstuk heb ik vermeld, dat, wanneer kaliloog van 50 pCt. bij eene temperatuur van 125 of 130° inwerkt op de geheel of gedeeltelijk gesmolten rest der kurklamel, verzeepingsproducten gevormd worden, die volkomen gelijken op de door von Höhnel beschreven membraanhulsels. Deze producten kunnen wij ook verkrijgen, wanneer wij de verwarming in glycerine achterwege laten, dus wanneer wij bij genoemde temperatuur vijftigpercentische kaliloog laten inwerken op de hierin reeds gemacereerde kurklamel. Ik merk hierbij op, dat von Höhnel aan overeenkomstige producten den naam hulsels heeft gegeven, dat die naam in navolging van genoemden schrijver door mij behouden is en dat thans bij een nauwkeurig onderzoek gebleken is, dat de ontledingsproducten, op de hierboven aangegeven wijze verkregen, in veel gevallen werkelijk als hulsels met chemisch onderscheiden inhoud zijn te beschouwen. Dit is nl. het geval bij *Quercus*, *Cytisus*, *Ilex*, *Virgilia* en *Betula*. Met de behandeling van de bij deze vijf planten verkregen resultaten zal ik weder aanvangen. De figuren 9 en 23 geven eenige met verschillende reagentia behandelde verzeepingsproducten of hulsels te aanschouwen. Geringe soms regelmatig voorkomende eigenaardigheden, in sommige gevallen door mij opgemerkt, zal ik met stilzwijgen voorbijgaan; typische verschillen vertoonen de hulsels bij de vijf genoemde planten niet. Gewoonlijk gelijkt het eigenlijke omhulsel, dat het aanzienlijkste deel uitmaakt, op een onregelmatig lichaam door hoekige vlakken begrensd, terwijl de inhoud min of meer korrelig schijnt (fig. 23). Hebben de hulsels zich bijzonder sterk ontwikkeld, zoo kunnen wij soms meerdere lamellen onderscheiden, die om en over elkaar zijn gelegen. Niet zelden hebben ze zich ook min of meer tot grootere massa's vereenigd. Sommige zijn losgeraakt en drijven vrij rond, andere bevinden zich nog in de cellen of worden door het weefsel vastgehouden. In het vorige hoofdstuk heb ik er reeds op gewezen, dat kaliumphellonaat een belangrijk bestanddeel der hulsels moet zijn. Om nu meer zekerheid te verkrijgen omtrent hunne chemische geaardheid heb ik de met water uitgewasschen doorsneden gelegd in verdund zoutzuur en ze hiermede in dichtgesmolten of met een kurkje gesloten buisjes met behulp

Digitized by Google

van een waterbad verwarmd tot 50, 60, 70, 80, 90 en 100° C. en in enkele gevallen ook nog tot hiertusschen gelegen temperaturen. Door de inwerking van het zoutzuur wordt het phellonzuur afgescheiden, dat volgens KÜGLER * en GILSON † bij 95 à 96° smelt. De hierboven aangegeven methode stelt ons in staat om na te gaan, of in de hulsels behalve kaliumphellonaat zoo mogelijk ook nog eene andere in water onoplosbare kalizeep voorkomt. Bij aanwezigheid hiervan mogen wij aannemen, dat door het zoutzuur nog een tweede zuur wordt afgescheiden, dat hoogst waarschijnlijk eene wijziging in het smeltpunt teweegbrengt. In alle gevallen bleek de korrelige inhoud bij veel lagere temperatuur te smelten dan het eigenlijke omhulsel. Bij *Quercus* (zie fig. 24) was de inhoud bij 65° tot kleine bolletjes samengesmolten, terwijl de hulsels bij 90° nog geen verandering hadden ondergaan, doch na verwarming tot 95° bleken ze reeds duidelijk aan smelting onderhevig te zijn geweest en na aan eene temperatuur van 100° te zijn blootgesteld, waren ze volkomen gesmolten en hadden ze zich met den inhoud tot groote bollen vereenigd. Bij *Cytisus* (vergelijk fig. 9 en 10 en zie verkl. der fig.), *Ilex*, *Virgilia* en *Betula* kwam ik tot nagenoeg overeenkomstige resultaten. Tusschen 60 en 70° vond steeds smelting van den inhoud plaats; bij *Cytisus* scheen dit ook reeds bij 60° eenigermate het geval te zijn. Bij verwarming tot 80° waren steeds de lamellen en de tot bolletjes gesmolten inhoud duidelijk van elkaar te onderscheiden, doch bij 90° waren soms de hulsels min of meer in het smeltingsproces opgenomen geworden. Na verwarming tot laatstgenoemde temperatuur was bij *Cytisus* reeds eene volkomene smelting en samenlooping tot bollen te constateeren; bij *Virgilia* waren de lamellen niet duidelijk meer te onderscheiden, terwijl bij 96° eene volkomene samenlooping tot bollen had plaats gevonden. Bij *Ilex* waren na verwarming tot 90° de hulsels nog waarneembaar, terwijl bij 96° weder eene volledige smelting had plaats gehad. Bij *Betula* hadden bij 90° de hulsels nog geen merkbare verandering ondergaan, terwijl ze bij 96° niet meer te onderscheiden waren en min of meer samenlooping tot bollen had plaatsgegrepen. Behandelen wij de tot 70 of 80° verwarmde doorsneden, dus zoodanige, welke hulsels met gesmolten inhoud bevatten, met iodiodkalioplossing en vervolgens met eene geconcentreerde chloorzinkoplossing of eenigen tijd met verdund chroomzuur en vervolgens met iodiodkalioplossing, zoo nemen de hulsels eene fraai

* l. c. p. 228.

† l. c. p. 21.

Digitized by Google

violette kleur aan, terwijl de gesmolten inhoud steeds geel gekleurd wordt. Bij de op deze wijze behandelde praeparaten is het onderscheid tusschen omhulsel en inhoud zeer opvallend (zie fig. 9 en 24).

Op grond der hierboven beschreven smeltpuntbepalingen en der mikrochemische reacties mogen wij aannemen, dat de eigenlijke omhulsels nagenoeg geheel of uitsluitend uit kaliumphellonaat bestaan en na behandeling met zoutzuur uit phellonzuur, terwijl naar mijne meening de smelting van den inhoud bij 60 à 70⁰ aan de aanwezigheid van een ander zuur moet worden toegeschreven, in alle vijf gevallen mogelijk wel hetzelfde. Evenals het phellonzuur is ook dit zuur door het zoutzuur uit zijn kaliumzout afgescheiden, ontstaan bij de inwerking van kaliloog op de kurklamel. Op de vraag: Wat is de oorzaak, dat beide kaliumzouten steeds gescheiden voorkomen en het kaliumphellonaat het andere omgeeft? is moeilijk een afdoend antwoord te geven. Ik acht het niet onwaarschijnlijk, dat kaliumphellonaat voornamelijk het laatst gevormd wordt en dat hieraan en wellicht ook aan zijn vermogen om in water op te zwellen het merkwaardige verschijnsel moet worden toegeschreven. Op grond mijner mikrochemische proeven valt natuurlijk niet te zeggen, welk zuur behalve phellonzuur door mij is waargenomen. Nemen wij in aanmerking, dat stearinezuur door KÜGLER * uit het kurk van *Quercus Suber* is afgezonderd, dat dit zuur bij 63⁰ smelt en dat kaliumbistearaat moeilijk oplosbaar is in water, dan geloof ik, dat in het vervolg bij chemische analysen van kurkweefsels vooral ook aan dit zuur de aandacht zal geschonken moeten worden.

Ook nog op eene andere wijze, dan hierboven is beschreven, kunnen wij nagaan of in de kurklamel nevens het phellonzuur nog een bij lagere temperatuur smeltbaar zuur voorkomt. Wanneer wij nl. de kurklamel na langdurige maceratie in kaliloog met water zorgvuldig uitwasschen en met verdund zoutzuur of zwavelzuur verwarmen, zoo kunnen wij dikwijls waarnemen, dat beneden 70⁰ reeds smelting plaatsvindt en beneden 100⁰ de kurklamel soms zelfs tot bollen samenloopt, terwijl bij verwarming in water of glycerine eerst bij hoogere temperatuur de rest der kurklamel zou gesmolten zijn. Bij maceratie in kaliloog vormen zich bij de gewone temperatuur reeds in water onoplosbare zeepen, waaronder ook kaliumphellonaat, hetgeen ik afleid uit de verhouding der kurklamel tegenover ioodreagentia na de maceratie in kaliloog (zie fig. 3) en na de verwarming in zoutzuur of zwavelzuur.

---

* l. c. p. 228.

Digitized by Google

Hierboven heb ik aangetoond, dat de door kaliloog bij verwarming gevormde ontledingsproducten in veel gevallen werkelijk als hulsels met chemisch onderscheiden inhoud zijn te beschouwen. Bij *Pirus* doet dit merkwaardige verschijnsel zich echter niet voor. Macereeren wij het kurkweefsel gedurende geruimen tijd met vijftigpercentische kaliloog en verwarmen wij het hiermede tot 130 of 150°, zoo vormen zich geel gekleurde ballen, die na met water uitgewasschen te zijn ontledingsproducten achterlaten, die volkomen gelijken op de vroeger beschreven hulsels, doch een chemisch onderscheiden inhoud is zelfs met behulp van reagentia niet aan te wijzen (zie fig. 15). Koken wij vervolgens de doorsneden onder het dekglas met verdund zoutzuur of zwavelzuur, zoo worden de ontledingsproducten veranderd in bollen, die volkomen oplosbaar zijn in kokenden alcohol. Bij deze bollen is zelfs met joodjoodkali- en chloorzinkoplossing geen phellonzuurreactie te voorschijn te roepen; door het eerste reagens worden ze geel gekleurd en na toevoeging van het laatste zien wij geen andere kleur optreden (zie fig. 16). Behandelde ik echter de zoogenaamde hulsels met eene verdunde joodjoodkalioplossing en vervolgens eenigen tijd met eene geconcentreerde chloorzinkoplossing, zoo nemen ze langzamerhand eene wel is waar zwakke, maar toch duidelijk violette kleur aan; ook na maceratie in verdund chroomzuur gelukte het mij met joodjoodkalioplossing eene zeer geringe violetkleuring te voorschijn te roepen. Nemen wij vooral de groote gevoeligheid van eerstgenoemde reactieven in aanmerking, dan mogen wij besluiten, dat bij *Pirus* phellonzuur slechts in zeer geringe hoeveelheid in de kurklamel aanwezig is. Verwarmen wij de hulsels op de vroeger aangegeven wijze met verdund zoutzuur tot verschillende temperatuur, zoo nemen wij bij 70° nog niet de minste verandering waar, doch bij 80° eene volledige smelting tot bollen. Op grond dezer waarnemingen ben ik geneigd om aan te nemen, dat bij *Pirus* in de kurklamel in vrij aanzienlijke hoeveelheid eene verbinding voorkomt, die bij ontleding door kaliloog een in water onoplosbaar kaliumzout levert, waaruit door zoutzuur een bij 70 à 80° smeltbaar zuur wordt afgescheiden.

Wordt het kurkweefsel van *Salix* op de bovenbeschreven wijze met kaliloog behandeld, zoo vormen zich geel gekleurde massa's, die na met water uitgewasschen te zijn min of meer op de elders verkregen verzeepingsproducten gelijken. Soms kunnen wij aan haren omtrek enkele meer doorschijnende lagen onderscheiden. Met verdunde joodjoodkalioplossing en vervolgens met geconcentreerde chloorzinkoplossing behandeld nemen deze na eenigen tijd eene viollette kleur aan, die evenwel niet bijzonder sterk is; op enkele plaatsen

Digitized by Google

heeft zelfs eene gele verkleuring de overhand. Overigens worden de massa's geel gekleurd en soms kwam het mij voor, dat ze nog beneden 100° smeltbare stof bevatten. Verwarmde ik ze onder het dekglas in glycerine, dat op vele verzeepingsproducten oplossend werkt, zoo was het niet moeilijk werkelijk smelting bij de rest der kurklamel te constateeren. Werden de doorsneden in verdund zoutzuur verwarmd, zoo had er tusschen 70 en 80° smelting en samenlooping tot bollen plaats, die voor een groot deel in kokenden alcohol oplossen. Het kurkweefsel van *Salix* schijnt evenals dat van *Pirus* slechts geringe hoeveelheden phellonzuur te kunnen leveren, doch eene aanzienlijke hoeveelheid te bevatten van een zuur, dat tusschen 70 en 80° smelt en waarvan het kaliumzout onoplosbaar is in water.

VI. Verwarming met eene oplossing van kaliumhydroxyde in glycerine.

Zooals blijkt uit hetgeen in de vorige hoofdstukken is vermeld geworden, doet zich bij behandeling der kurklamel met kaliumhydroxyde in veel gevallen een aanmerkelijk verschil voor, al naar gelang wij water of alcohol als oplosmiddel aanwenden, welk verschijnsel voorzeker in de eerste plaats moet worden toegeschreven aan de oplosbaarheid van sommige verzeepingproducten in alcohol en aan hunne onoplosbaarheid in water. Het scheen mij niet van belang ontbloot, om ook te onderzoeken op hoedanige wijze zich de kurklamel gedraagt tegenover eene oplossing van kaliumhydroxyde in glycerine, aan den eenen kant, om de oplosbaarheid der verzeepingsproducten in glycerine te bestudeeren en den invloed van deze stof bij verschillende door mij genomen proeven vast te stellen, aan den anderen kant, om zoo mogelijk nog eenige verschijnsels, welke zich in bijzondere gevallen bij de kurklamel voordoen, nader te verklaren. Als reagens werd gebruikt eene tienpercentische oplossing. Daar ik veronderstelde, dat eene zoodanige oplossing wegens hare dikvloeibaarheid bij de gewone temperatuur zeer langzaam zou inwerken, werd hare werking steeds door aanwending van warmte ondersteund. Nu eens werd onder het dekglaasje verwarmd, dan weder bij 200° in dichtgesmolten buisjes. Het onderzoek leidde tot de volgende resultaten.

Bij *Quercus*, *Ilex* en *Virgilia* wordt bij verwarming onder het dekglaasje spoedig eene volledige verzeeping en oplossing der kurklamel verkregen. Door middel van kaliumchloraat en salpeterzuur en ook na verwijdering der houtstof door verdund chroomzuur met be-

Digitized by Google

hulp van ioodioodkalioplossing of chloorzinkioodoplossing heb ik mij er van overtuigd, dat alle kurkstof verwijderd wordt.

Bij *Cytisus* wordt na aanhoudende verwarming onder het dekglaasje de kurklamel ook volledig opgelost na eerst eene sterk gele kleur te hebben aangenomen. Houden wij spoedig op met verwarmen, zoo kunnen wij na de doorsneden met water te hebben uitgewasschen nog resten der kurklamel waarnemen en wel uitsluitend of hoofdzakelijk in de binnenste cellagen. Door iodium en chloorzinkioodoplossing worden deze resten geel gekleurd. Bij zeer korte verwarming doen ze zich voor als kleine bolletjes en na meer langdurige gelijken ze op verzeepingsproducten (zie fig. 11 *zp*). Verwarmen wij ze in het laatste geval onder het dekglaasje met verdund zwavelzuur, zoo smelten ze weder tot bolletjes (zie fig. 12 *z*) samen, die in kokenden alcohol oplosbaar zijn. Bij *Cytisus* schijnen dus de binnenste cellagen van het kurkweefsel zich van de buitenste te onderscheiden door de aanwezigheid eener smeltbare stof, die bij ontleding een in water onoplosbaar, in glycerine moeilijk oplosbaar kaliumzout levert, waaruit een zuur is af te scheiden, waarvan het smeltpunt beneden 100⁰ gelegen is. Het voorkomen van dit nog onbekende lichaam in de binnenste kurkcellagen staat wellicht in verband met enkele nog niet verklaarde verschijnsels als b.v. de verschillende verhouding der kurklamel in de binnenste en buitenste cellagen tegenover sommige reagentia en bij verwarming in glycerine.

Bij *Betula* gelukte het mij met behulp van eene tienpercentische oplossing van kaliumhydroxyde in glycerine eene stof uit de kurklamel af te zonderen, wier aanwezigheid bij toepassing van andere methoden van onderzoek zich nog niet had verraden. Bij verwarming onder het dekglaasje vormden zich talrijke groote bollen (fig. 19 *r*), die langzamerhand wel iets kleiner werden en eene wijziging schenen te ondergaan, doch bezwaarlijk geheel in oplossing konden gebracht worden. Eerst bij verwarming tot 200⁰ in een dichtgesmolten buisje gelukte het mij met het bovengenoemde reagens de kurklamel in die mate te verwijderen, dat met behulp van verschillende reagentia nog slechts geringe sporen aan te wijzen waren. De grootte en hoeveelheid van bovenvermelde bollen stelde mij in staat ze aan een nauwkeurig onderzoek te onderwerpen. Hun smeltpunt is gelegen beneden 80⁰, want bij verwarming in dichtgesmolten buisjes met behulp van een waterbad beginnen ze zich reeds beneden genoemde temperatuur te vormen. Ze zijn onoplosbaar in kokenden alcohol, aether en chloroform, in het laatste ook niet gedurende verwarming bij 130⁰. Door chloorzinkioodoplossing worden ze geel gekleurd, ook door ioodioodkalioplossing, zoowel na verwarming hiermede als na maceratie in

Digitized by Google

geconcentreerd chroomzuur. Door kaliumchloraat en salpeterzuur worden ze bij verwarming wel aangetast, doch leveren geen cerinezuur, aangezien geen oplossing in verdunde kaliloog kan verkregen worden. Na bij 150° met vijftigpercentische waterige kaliloog behandeld te zijn, hebben ze eene wijziging ondergaan; onder den mikroscoop gezien gelijken ze op kleinere en grootere ringen (fig. 20 *zp*), terwijl ze thans gemakkelijk door kokenden en ook door niet verwarmden alcohol te verwijderen zijn. Door verwarming met verdund zwavelzuur worden ze weder gewijzigd en verkrijgen ze weder het normale voorkomen van bollen. Hierbij blijft hunne oplosbaarheid in alcohol behouden. Het komt mij voor, dat de kurklamel bij *Betula* zich onderscheidt door het bezit van een beneden 80° smeltbare stof, die bij ontleding een kaliumzout levert, hetwelk alcohol in tegenstelling van water en glycerine gemakkelijk oplost en dat door verdunde mineraalzuren spoedig wordt ontleed.

De vijf hierboven vermelde planten behooren tot de zoodanige, die eene kurklamel bezitten, welke bij verzeeping veel kaliumphellonaat levert. Daar dit zout in glycerine gemakkelijk oplosbaar is, ontsnapt het aan de waarneming, wanneer wij de kurklamel behandelen met het reagens, waarmede wij in dit hoofdstuk hebben kennis gemaakt, terwijl het gelukt enkele tot heden nog onbekende bestanddeelen der kurklamel en hunne in glycerine moeilijk oplosbare verzeepingsproducten te ontdekken. Ook bij *Pirus* en *Salix*, bij welke beide planten het phellonzuur slechts in zeer geringe hoeveelheid in de kurklamel voorhanden is, verkreeg ik eenige resultaten, welke de vermelding waard moeten geacht worden. Bij *Pirus* nam ik bij verwarming onder het dekglaasje geelkleuring en gedeeltelijke oplossing der kurklamel waar, terwijl kleine bolletjes werden afgezonderd, die bij voortgezet verwarmen meer en meer op verzeepingsproducten gaan gelijken, welke, wat hun voorkomen betreft, ongeveer het midden houden tusschen de hierboven bij *Betula* beschrevene en de elders waargenomene. Worden de verzeepingsproducten met verdund zwavelzuur gekookt, zoo worden er bolletjes afgescheiden, die in kokenden alcohol oplosbaar zijn in tegenstelling van degene, waaruit de verzeepingsproducten zijn ontstaan. Bij verwarming tot 200° had volledige ontleding en oplossing der kurklamel plaats. Met behulp van verschillende reagentia, als kaliumchloraat en salpeterzuur, verdund chroomzuur en joodreagentia, heb ik mij van de juistheid van het hierboven aangegevene overtuigd. Evenals in andere gevallen moeten wij aannemen, dat de vermelde verzeepingsproducten afkomstig zijn van één of meer vetten of hieraan verwante en eveneens smeltbare stoffen, terwijl het zuur of het mengsel van zuren hieruit afgescheiden beneden 100° smeltbaar is.

Digitized by Google

Evenals bij de toepassing van andere methoden van onderzoek verkreeg ik bij *Salix* ook nu weder de meest afwijkende resultaten. De kurklamel dezer plant bood aan de inwerking van het reeds meermaal vermelde reagens den meesten weerstand; bij verwarming tot 200° vond echter volkomen desorganisatie plaats, waarbij zich groote massa's vormden, die in water onderzocht mij aan de bekende hulsels herinnerden (vergelijk fig. 26); soms vertoonden deze eenen laagsgewijzen bouw en hielden ze ondoorschijnende bollen omsloten. In kokenden alcohol lossen zij op met achterlating van blaasachtige massa's of der ingesloten bollen. Na behandeling met verdund zoutzuur smelten ze bij verwarming tusschen 70 en 80°. De bovengenoemde bollen en blaasachtige massa's kunnen in kokend chloroform worden opgelost; behandelen wij daarna de doorsneden met chloorzinkioodoplossing, zoo zien wij, dat wij van het geheele kurkweefsel niets dan zich blauw kleurende cellulosewanden hebben overgehouden. Zooals vroeger reeds door von Höhnel * en door mij † is vermeld geworden, gelukt het bij *Salix* niet de kurkcellen door chroomzuur in radiale richting te scheiden (zie fig. 25), reden waarom wij met von Höhnel mogen veronderstellen, dat in dit geval eene verkurking of cuticulariseering van uit cellulose bestaande wanddeelen plaatsheeft, een verschijnsel, dat ook bij de gecuticulariseerde lagen in de opperhuid voorkomt §. De bij *Salix* verkregen resultaten zijn in overeenstemming met de reeds uitgesproken veronderstelling, dat uit de kurklamel groote hoeveelheden kunnen afgescheiden worden van een zuur, waarvan het smeltpunt gelegen is tusschen 70 en 80°. Bovendien onderscheidt de kurklamel zich in dit geval door de aanwezigheid van een lichaam, dat evenals vele andere bestanddeelen smeltbaar is en oplosbaar in chloroform, doch niet of misschien zeer moeielijk door kaliumhydroxyde wordt ontleed onverschillig op welke wijze.

VII. Reacties op phellonzuur.

Von Höhnel heeft aangetoond, dat de kurklamel na maceratie in kaliloog en de zoogenaamde hulsels, door verwarming hiermede ontstaan, in de meeste gevallen violet worden gekleurd door chloorzinkioodoplossing; ook na maceratie in geconcentreerd chroomzuur gelukte

* l. c. p. 566.

† l. c. p. 41.

§ Sur la paroi des cell. subér. p. 27 en volg.

Digitized by Google

het hem hiermede eene violette verkleuring te voorschijn te roepen (zie fig. 3 en 4). GILSON * heeft het bewijs geleverd, dat het optreden der kleur toegeschreven moet worden aan de aanwezigheid van phellonzuur, in het eerste geval in den vorm van kaliumphellonaat. Gaan wij thans na, op welke wijze bij de hulsels, wanneer deze uit kaliumphellonaat bestaan, en bij het door verdunde zuren hieruit af te scheiden phellonzuur het verschijnsel kan te voorschijn geroepen worden en welke bijzonderheden zich hierbij voordoen. Behandelen wij de hulsels met chloorzinkioodoplossing of met eene verdunde iood-ioodkalioplossing en vervolgens met eene geconcentreerde chloorzink-oplossing, zoo nemen ze eene fraai violette kleur aan; dit is ook het geval met de bollen, door verwarming met verdunde zuren uit de hulsels ontstaan (zie fig. 9, 10, 23 en 24 benevens verkl. der fig.). Worden de hulsels en bollen vervolgens met water behandeld, zoo verdwijnt de violette kleur. Deze kan op de aangegeven wijze weder te voorschijn geroepen worden, doch niet wanneer wij alleen eene ioodioodkalioplossing toevoegen. Wanneer wij de violet gekleurde hulsels en bollen onder het dekglas verwarmen, zoo smelten laatstgenoemde, terwijl bij beide de kleur verdwijnt, doch deze komt bij bekoeling weder even fraai te voorschijn. Behalve chloorzink kunnen ook nog andere stoffen gebezigd worden om in vereeniging met iodium bij het phellonzuur en het phellonzuurkalium violetkleuring teweeg te brengen; dit geldt nl. voor geconcentreerd of slechts eenigermate verdund zwavelzuur en voor geconcentreerd zoutzuur. Het verschijnsel, dat wij hierbij waarnemen, is gewoonlijk niet zoo fraai dan hetgeen zich voordoet bij aanwending van iodium en chloorzink. Ook wanneer wij de phellonzuur bevattende bollen uitsluitend met eene verdunde ioodioodkaliumoplossing verwarmen, nemen zij bij bekoeling eene violette kleur aan. Behandelen wij ze vervolgens met kokend water, zoo gelukt het niet ze weder met ioodioodkalioplossing te kleuren, tenzij na verwarming hiermede. Daar de bollen behalve phellonzuur ook nog één of meer zuren bevatten, welke door iodium geel of bruin gekleurd worden, zoo kan zich het geval voordoen, dat bij aanwending eener meer geconcentreerde ioodioodkalioplossing in plaats van eene violette eene purpere, bruine of zelfs zwarte verkleuring optreedt. In vloeibaren staat worden de bollen door iodium licht violet gekleurd, terwijl ze vast geworden aanvankelijk kleurloos zijn. Dit verschijnsel moet evenwel niet als eene bijzonderheid van het phellonzuur worden aangemerkt, doch als een gevolg van de eigenschap van iodium om in vele vloeistoffen met violette kleur op te lossen.

* l. c. p. 42.

Digitized by Google

Wanneer wij de bovenvermelde hulsels en bollen eenigen tijd met geconcentreerd of eenigszins verdund chroomzuur behandelen, vervolgens met water uitwasschen en ioodioodkalioplossing toevoegen, zoo nemen ze eene fraai violette kleur aan. Deze reactie onderscheidt zich in meer dan een opzicht van die met chloorzinkioodoplossing. In de eerste plaats komt het mij voor, dat de violette kleur in beide gevallen niet volkomen dezelfde is. Bovendien oefent chroomzuur reeds bij de gewone temperatuur eene meer ingrijpende werking uit, hetgeen hieruit blijkt, dat het phellonzuur spoedig in eene niet smeltbare stof omgezet wordt. Bij langdurige inwerking van chroomzuur gaat het vermogen om door iodreagentia violet gekleurd te worden voor bovengenoemde producten verloren. Worden de door middel van chroomzuur en iodium violet gekleurde hulsels en bollen met water uitgewasschen, zoo wordt de vatbaarheid om door ioodioodkalioplossing violet gekleurd te worden niet weggenomen, terwijl dit wel het geval is met die, welke door chloorzinkioodoplossing zijn gekleurd. Voegen wij verdunde kaliloog toe, dan gelukt het, zelfs na deze zorgvuldig te hebben verwijderd, niet meer met ioodioodkalioplossing de violette kleur te voorschijn te brengen, doch door behandeling met verdund zoutzuur of zwavelzuur wordt de vatbaarheid voor violetkleuring weder in het leven geroepen.

Bij de stof, welke bij verzeeping het kaliumphellonaat le ert, kan ook op onderscheidene wijzen violetkleuring teweeggebracht worden, zooals mij gebleken is bij het onderzoek van de smeltingsproducten der kurklamel, verkregen na maceratie in kaliloog en verwarming in glycerine. Na voldoende maceratie in chroomzuur treedt met ioodioodkalioplossing de violette kleur zeer fraai op (zie fig. 8 en 21), terwijl alle hierboven vermelde bijzonderheden op deze reactie betrekking hebbende ook voor dit bijzondere geval gelden. Betreffende de werking van geconcentreerde chloorzinkoplossing, geconcentreerd zoutzuur en zwavelzuur bij aanwezigheid van iodium dient te worden opgemerkt, dat bij de smeltingsproducten het te voorschijn roepen der verkleuring met meer moeilijkheden gepaard gaat dan bij het phellonzuur en het kaliumphellonaat. Door verwarming kunnen wij het optreden der reacties bevorderen; bij aanwending van chloorzinkoplossing komt de kleur dan fraai te voorschijn. Daarentegen worden de smeltingsproducten, uitsluitend met ioodioodkalioplossing behandeld, steeds geel gekleurd, ook na verwarming. Moge het hierboven medegedeelde bijdragen tot nadere verklaring der merkwaardige phellonzuurreacties, voorheen met het meeste vertrouwen aangevoerd als een afdoend bewijs voor de aanwezigheid van cellulose in de kurklamel.

Digitized by Google

VIII. Over het voorkomen van plooien of golvingen bij den kurkcelwand.

Een verschijnsel, dat bij den kurkcelwand zeer zelden, doch bij de kernscheede en de endodermis menigvuldig aangetroffen wordt, is het voorkomen van plooien of golven. Het bepaalt zich tot de radiale wanden en de dwarswanden. Van terzijde gezien, dus op tangentiale doorsneden, vertoont de gegolfde wand het verschijnsel het beste; zien wij tegen dezen aan, zoo nemen wij afwisselend lichte en donkere niet scherp begrensde strepen waar. Voor de kernscheede *, de endodermis † en den kurkcelwand van *Pirus Malus* § is het verschijnsel reeds vroeger in bijzonderheden door mij beschreven geworden en afgebeeld. Ik zou er thans niet op teruggekomen zijn, ware ik niet tot de ontdekking gekomen, dat het ook reeds door von Höhnel bij den kurkcelwand schijnt waargenomen te zijn, doch niet op juiste wijze verklaard, alhoewel aan genoemden onderzoeker de golving van den wand bij de kernscheede en de endodermis bekend was. Voor *Callistemon*, *Myrtus* en *Melaleuca* geeft von Höhnel ** aan, dat de kurklamel bij buiten- en binnenwand dun is, terwijl bij de zijwanden eene gordelvormige verdikking voorkomt. Bij *Callistemon speciosa* en *Myrtus communis* was ik in de gelegenheid de kurklamel te onderzoeken. Bij beide vond ik tusschen de dunwandige kurkcellen dikwandige verhoute cellen, vooral bij *Myrtus* regelmatig met elkaar afwisselende in lagen van één cel dikte. Bij de zijwanden en dwarswanden kon ik niet het bestaan van eene gordelvormige verdikking vaststellen, doch wel het voorkomen van plooien of golven. Het verschijnsel was op tangentiale, radiale en dwarse doorsneden waarneembaar en deed zich voor zooals boven is aangegeven. Bijzonderheden betreffende den bouw van den kurkcelwand bij andere planten zullen niet door mij vermeld worden, daar von Höhnel deze reeds voor een groot aantal gevallen heeft beschreven en, zooals ik reeds in mijne vorige verhandeling heb gezegd, de waarnemingen van dezen onderzoeker in het algemeen door mij zijn bevestigd geworden, alhoewel onze gevolgtrekkingen zeer uiteenloopen.

---

* La Gaîne du cylindre central d. l. rac. d. Phanérog. (Arch. Néerl. T. XX).

† Sur l'Endoderme. (Arch. Néerl. T. XX).

§ l. c. p. 41.

** l. c. p. 590.

Digitized by Google

IX. Samenvatting der resultaten.

Zooals reeds in het historisch overzicht is vermeld, zijn de botanici, wat de samenstelling der kurklamel betreft, in hoofdzaak twee zienswijzen toegedaan. Volgens de oudste zienswijze, van welke von Höhnel als de grondvester moet beschouwd worden, bestaat de kurklamel behalve uit suberine, het voor haar kenmerkende bestanddeel, ook uit cellulose; deze laatste stof wordt beschouwd als het uitgangspunt bij de wording der kurklamel; ze vormt eene zoogenaamde cellulosebasis, waarin het suberine gelegenheid heeft gevonden zich vast te leggen, waardoor de verkurking van den celwand tot stand is gekomen. Ruim drie jaren geleden toen de botanici algemeen deze zienswijze waren toegedaan, zag eene verhandeling over mijne eerste onderzoekingen over den kurkcelwand het licht. Ik aarzelde toen niet met de theorie van von Höhnel te breken, zooals blijkt uit de eerste stelling, welke ik aan mijn onderzoek ontleende: La lamelle subéreuse ne contient pas de cellulose*. Deze nieuwe zienswijze had tot voor korten tijd nog geen aanhangers gevonden, terwijl de oudere gehuldigd werd, soms niettegenstaande klaarblijkelijke bekendheid met door mij er tegen aangevoerde bewijsgronden. Zoo lezen wij b.v. bij Strasburger†, nadat hij meer dan eens mijne bovengenoemde verhandeling heeft aangehaald: Ueberall wo cutinisirende, verkorkende oder verholzende Zellwände ausgebildet werden sollen, erfolgt zunächst die Anlage von Membranen oder Membranlamellen, die aus Cellulose oder einem jedenfalls nahe verwandten Kohlehydrat bestehen. Erst in diese Membranen oder Membranlamellen wandern die Stoffe ein, welche die Cutinisirung, Verkorkung oder Verholzung veranlassen sollen. De nieuwe zienswijze heeft het evenwel ook niet aan eene krachtige verdediging ontbroken. In 1890 verscheen het reeds aangehaalde stuk van Gilson: La Subérine et les cellules du liège. Deze schrijver vond niet alleen mijne stelling bevestigd, nl. dat de violetkleuring, welke de kurklamel of hare rest met joodreagentia vertoont na voorafgaande behandeling met kaliloog of chroomzuur, niet een gevolg kan wezen van de aanwezigheid van cellulose, maar het gelukte hem ook in het phellonzuur de oorzaak van het merkwaardige verschijnsel te ontdekken en dus een afdoend bewijs te leveren voor de onhoudbaarheid der door von Höhnel ontwikkelde theorie. Wat de zoogenaamde hulsels betreft, door laatstgenoemde met behulp van kokende kaliloog uit de kurklamel verkregen en als celluloselamellen

* l. c. p. 42.

† Histolog. Beitr., Heft II, Ueber d. Wachsth. vegetab. Zellhäute, p. 173.

Digitized by Google

beschreven, is het mij thans mogen gelukken om aan te toonen, dat deze niets anders zijn dan verzeepingsproducten der kurklamel en in de eerste plaats bestaan uit kaliumphellonaat. Wij behoeven ons evenwel niet te bepalen tot eene weerlegging van de door VON HÖHNEL voor zijne theorie aangevoerde argumenten, want zelfs op drie wijzen kunnen wij het onmiddelijk bewijs leveren, dat van eene zoogenaamde cellulosebasis der kurklamel geen sprake kan zijn. Alle drie methoden berusten op verwijdering der kurkstof uit de doorsneden, zonder dat ingrijpende veranderingen bij cellulosewanden en bij de veronderstelde cellulosebasis der kurklamel zouden teweeggebracht kunnen worden. Eéne methode is reeds beschreven geworden in mijne eerste verhandeling over den kurkcelwand*; de beide andere zijn in dit stuk vermeld geworden. De eerste bestaat in ontleding der kurklamel door verwarming der doorsneden in glycerine bij eene temperatuur van 225 tot 300° en voorzichtige verwijdering der achtergebleven ontledingsproducten door middel van zeer verdund chroomzuur. De beide andere berusten op een verzeepings- en oplossingsproces der kurklamel; in het eene geval wordt dit verkregen door maceratie in tienpercentische alcoholische kaliloog, in het andere door verwarming met eene tienpercentische oplossing van kaliumhydroxyde in glycerine. Op welke wijze het onderzoek ook plaatsheeft, in de meeste gevallen gelukt het de kurklamel geheel of grootendeels te verwijderen, zonder dat deze ook maar een spoor van eene cellulosebasis achterlaat. Vooral de methode met alcoholische kaliloog geeft zulke goede uitkomsten en is zoo gemakkelijk toe te passen, dat ik mij niet kan voorstellen, dat nog lang twijfel zal blijven bestaan omtrent het al of niet voorhanden zijn eener cellulosebasis bij de kurklamel. STRASBURGER †, die het bestaan van deze nog aanneemt, geeft aan, dat het hem met eau de Javelle bij *Cytisus Laburnum* is gelukt in 24 uur het suberine uit den celwand te verwijderen, die na eene zoodanige behandeling dan duidelijk een' laagsgewijzen bouw vertoonde. Het is mij niet anders dan op de in deze verhandeling aangegeven wijzen mogen gelukken het suberine volkomen te verwijderen. De juistheid van het door STRASBURGER gevondene heb ik niet kunnen bevestigen, terwijl zijne waarneming ook met mijne vroegere onderzoekingen in strijd is.

Wat de violetkleuring der kurklamel betreft, heb ik de resultaten van GILSON bevestigd gevonden. Op welke wijze ze ook te voorschijn geroepen wordt, hetzij met behulp van kaliloog en chloorzink-

* l. c. p. 14 en volg.

† l. c. p. 140.

Digitized by Google

ioodoplossing, hetzij met behulp van chroomzuur en chloorzinkiood- of ioodioodkalioplossing, steeds moet de aanwezigheid van het phellonzuur, zij het dan ook optredende in de eene of andere verbinding, als hare oorzaak aangenomen worden. Het phellonzuur en het kaliumphellonaat vertoonen beide met de vermelde reagentia de verkleuring. Bij de hulsels, wanneer deze nl. in hoofdzaak uit kaliumphellonaat bestaan, is o. a. de violetkleuring bijzonder fraai. Op grond van verschillende waarnemingen neem ik aan, dat de verkleuring, welke phellonzuur en zijn kaliumzout met chloorzinkioodoplossing vertoonen, van anderen aard is dan die, welke wij na maceratie in chroomzuur met ioodioodkalioplossing waarnemen. Laatstgenoemde reactie geeft ook de kurklamel en de smeltbare stof, die bij verzeeping het kaliumphellonaat levert. Niet alleen zooals hierboven aangegeven is, doch ook nog op andere wijzen kunnen wij bij het phellonzuur en het phellonzuurkalium violetkleuring teweegbrengen, o.a. door achtereenvolgende behandeling met verdunde ioodioodkalioplossing en sterk zwavelzuur of zoutzuur of door verwarming van het phellonzuur met eene verdunde ioodioodkalioplossing.

Niet minder dan wat het cellulosegehalte der kurklamel betreft, bestaat er verschil van meening aangaande het kenmerkende bestanddeel van den kurkcelwand, het suberine; zoowel botanici als chemici hebben omtrent dit punt van onderzoek tegengestelde zienswijzen. Terwijl VON HÖHNEL* in het suberine niets anders ziet dan eene bepaalde celwandstof door bijzondere eigenschappen gekenmerkt, beschouw ik† het suberine als eene combinatie van stoffen, zooals blijkt uit de onderstaande stelling, die ik indertijd meende te kunnen uitspreken: Différentes combinaisons chimiques, très analoques aux matières grasses, constituent l'élément essentiel de la lamelle subéreuse. Elles sont comprises sous la dénomination commune de subérine. KÜGLER§ beschouwt op grond zijner onderzoekingen bij *Quercus Suber* het suberine als een vet in de nauwkeurige beteekenis van het woord. Hij erkent, dat men met behulp van stoffen, geschikt om vetten op te lossen, het suberine niet volledig uit den celwand kan verwijderen. Om dit feit te verklaren neemt hij aan, dat de cellulosemoleculen zoodanig die der vetten omhullen, dat het oplosmiddel onmogelijk laatstgenoemde kan bereiken. Tegen deze zienswijze is GILSON** met nadruk opgekomen. Voor zijne stelling: „Contrairement à l'opinion

* l. c. p. 582.

† l. c. p. 43.

§ Naar GILSON l. c. p. 13.

** l. c. p. 44 en 45.

Digitized by Google

de divers auteurs, on ne peut considérer la subérine comme une graisse," voert hij als bewijsgronden aan, dat het subérine onoplosbaar is in de oplosmiddelen der vetten en dat het niet of slechts weinig smeltbaar is, daar men de kurklamel tot 290° kan verhitten, zonder dat eene smelting kan waargenomen worden, terwijl vetten bij betrekkelijk lage temperatuur smelten. Ten slotte toont hij aan, dat deze verschijnselen onmogelijk kunnen verklaard worden door aan te nemen, dat in de kurklamel cellulose de moleculen van het vet omhult.

Twee nieuwe methoden van onderzoek hebben mij in staat gesteld de stelling van GILSON nader te toetsen, de vraag betreffende de smeltbaarheid en oplosbaarheid van het suberine te beantwoorden en eene verklaring te geven van hiermede in verband staande verschijnsels, die in zoo hooge mate bij verschillende onderzoekers als KÜGLER, GILSON en FLÜCKIGER * belangstelling en verwondering hebben verwekt en geleid hebben tot het stellen van zoo tegenstrijdige hypothesen. De eerste methode bestond in min of meer langdurige maceratie der kurklamel in kaliloog van 50% en verwarming in glycerine tot 130°, de tweede in verwarming in eene tienpercentische oplossing van kaliumhydroxyde in glycerine. Door toepassing dezer beide methoden gelukte het mij enkele bestanddeelen uit de kurklamel af te scheiden en behoefde ik mij dus niet enkel te bepalen tot een onderzoek van hare ontledingsproducten. Het bleek mij, dat in de kurklamel onderscheidene smeltbare stoffen voorkwamen, waarvan de meeste reeds beneden 100° smolten, terwijl één een hooger gelegen smeltpunt bleek te bezitten. Daarenboven kwam ik tot het resultaat, dat bij verschillende planten niet altijd dezelfde stoffen in overwegende hoeveelheid in de kurklamel aanwezig zijn, maar dat bij sommige stoffen kunnen voorkomen, die elders worden gemist, terwijl andere daarentegen ontbreken of op den achtergrond treden. Bij *Cytisus Laburnum* werd zelfs in de binnenste cellagen eene stof aangetroffen, die bij de buitenste niet of in veel geringere hoeveelheid voorkwam. De boven 100° smeltbare stof bleek bij genoemde plant, bij *Quercus Suber*, *Ilex aquifolium*, *Virgilia lutea* en *Betula alba* in aanzienlijke hoeveelheid voor te komen, doch nimmer was zij de eenigste smeltbare stof in de kurklamel aanwezig. Bij *Pirus Malus* en *Salix caprea* werden beneden 100° smeltbare stoffen aangetroffen. De meeste dezer stoffen bleken oplosbaar te zijn in chloroform, zij het dan ook bij verwarming; daarentegen onderscheidt zich de kurklamel van *Betula* door het bezit eener stof, welke bene-

* Ueber das Suberin u. d. Zellen d. Kork., Arch. d. Pharm. B. 228, Heft 12, p. 690 en volg.

den 100° smeltbaar is en in chloroform niet oplost. De afzondering der hierboven vermelde stoffen berust in de eerste plaats steeds op de verwijdering van een niet smeltbaar bestanddeel der kurklamel, welks aanwezigheid oorzaak is, dat wij zelfs bij verwarming tot 300° in den regel niet de minste smelting bij de kurklamel kunnen waarnemen. Zooals bij dit onderzoek gebleken is, maakt *Ilex aquifolium* eene uitzondering op dezen regel. Wordt het bestanddeel, dat de smelting verhinderd geheel of gedeeltelijk door 50% kaliloog ontleed en verwijderd, zoo vinden de smeltbare bestanddeelen bij betrekkelijk lage temperatuur reeds gelegenheid zich te vereenigen en blijkt na onderzoek de kurklamel geheel of gedeeltelijk gesmolten. Hiermede acht ik de vraag aangaande de smeltbaarheid en oplosbaarheid van het suberine voorloopig voldoende beantwoord en verschillende er mede in verband staande verschijnsels op eene ongedwongen wijze verklaard.

De verschillende bestanddeelen van het suberine worden in den regel alle door kaliumhydroxyde ontleed. Deze ontleding heeft niet altijd even spoedig en gemakkelijk plaats, hetgeen ook vooral afhangt van de wijze, waarop men het kaliumhydroxyde laat inwerken, nl. opgelost in water, alcohol of glycerine. Zoo worden sommige stoffen, die in water oplosbare ontledingsproducten leveren, reeds gemakkelijk bij de gewone temperatuur door eene waterige oplossing ontleed. Dit doet zich nl. voor bij het niet smeltbare bestanddeel der kurklamel, dat dientengevolge bij een mikrochemisch onderzoek niet bijzonder nauwkeurig kan onderzocht worden. Andere stoffen daarentegen worden door eene waterige oplossing wel bij verwarming, doch bij de gewone temperatuur langzaam of slechts in geringe mate ontleed, terwijl door eene alcoholische oplossing reeds zonder verwarming spoedige ontleding plaatsvindt, hetgeen voorkomt bij eenige smeltbare stoffen, die in water onoplosbare, in alcohol oplosbare zeepen vormen. De ontledingsproducten, die niet in water oplossen, heb ik aan een onderzoek kunnen onderwerpen, evenzoo enkele niet of moeilijk in glycerine oplosbare. Het gelukte mij met behulp van verdund zoutzuur of zwavelzuur er onderscheidene zuren uit af te zonderen en wel in de eerste plaats het door de onderzoekingen van KÜGLER en GILSON thans goed bekende phellonzuur. Dit zuur heb ik verkregen uit het verzeepingsproduct, hetwelk mij de boven 100° smeltbare in de kurklamel aanwezige stof leverde. Als smeltpunt voor het genoemde zuur heb ik bij mijne mikrochemische analyse ongeveer 95° gevonden, hetgeen in overeenstemming is met de resultaten door KÜGLER en GILSON verkregen na het zuur uit flesschenkurk te hebben afgescheiden. Niet alleen bij *Quercus Suber* doch ook bij *Cytisus Laburnum*,

Digitized by Google

Virgilia lutea, *Ilex aquifolium*, *Betula alba*, *Pirus Malus* en *Salix caprea*, dus bij alle andere door mij onderzochte planten, heb ik het zuur aagetroffen, bij beide laatste evenwel in zeer onbeduidende hoeveelheid. In die gevallen, waarbij het phellonzuur in zeer aanzienlijke hoeveelheid optrad, gelukte het mij steeds uit een in water onoplosbaar ontledingsproduct een tweede zuur af te zonderen, waarvan het smeltpunt tusschen 60 en 70° moet gelegen zijn. Dit resultaat achtte ik van belang, omdat KÜGLER*) uit flesschenkurk stearinezuur heeft afgescheiden, dat een in water weinig oplosbaar kaliumzout levert. GILSON daarentegen heeft laatstgenoemd zuur bij zijne analyse van het kurk van *Quercus Suber* niet gevonden. Bij *Pirus Malus* gelukte het mij uit een in water onoplosbaar verzeepingsproduct een zuur af te scheiden, waarvan het smeltpunt bij 70 à 80° moet gelegen zijn. Bij *Salix caprea* werd door mij het voorkomen van een ander zuur aangetoond, eveneens smeltbaar tusschen 70 en 80° en waarvan het kaliumzout onoplosbaar is in glycerine. Ook nog in eenige andere gevallen kunnen uit in glycerine weinig oplosbare verzeepingsproducten zuren afgescheiden worden, zooals b.v. bij *Cytisus* in de binnenste kurkcellagen en bij *Betula*.

Volgens GILSON † spelen het phellonzuur en het suberinezuur bij *Quercus Suber* en *Ulmus suberosa* eene overwegende rol bij de vorming van het suberine. Laatstgenoemd zuur is door mij uit de kurklamel niet geisoleerd kunnen worden, aangezien zijn kaliumzout zeer gemakkelijk in water oplost. Het komt mij voor, dat het bij *Quercus* en wellicht ook in vele andere gevallen geleverd wordt door het niet smeltbare bestanddeel der kurklamel. Behalve de beide genoemde zuren heeft GILSON bij *Quercus* nog een derde zuur gevonden, n.l. het phloionzuur, hetwelk evenwel van ondergeschikt belang is. Onder den gemeenschappelijken naam van kurkvormende zuren, acides subérogéniques, worden door GILSON die zuren samengevat, welke eene rol spelen bij de samenstelling van het suberine. Uit de hierboven uit dit stuk aangehaalde gegevens blijkt, dat deze categorie van zuren nog eene aanmerkelijke uitbreiding zal moeten ondergaan.

GILSON § beschouwt het suberine als eene combinatie van verschillende chemische lichamen, hetgeen met mijne vroegere en tegenwoordige zienswijze overeenstemt, doch hetgeen in strijd is met de meening van andere schrijvers. In tegenstelling met KÜGLER, houdt hij het suberine niet voor een vet, maar veeleer voor een mengsel

---

* l. c. p. 228.

† l. c. p. 34.

§ l. c. p. 46.

Digitized by Google

van samengestelde aethers, weinig smeltbaar en onoplosbaar in alcohol, aether en chloroform, of wel voor een product ontstaan door combinatie, condensatie of polymerisatie der kurkvormende zuren of hunne derivaten. Hoe dit ook moge zijn, besluit GILSON zijn stuk, onverschillig of de kurklamel al of niet cellulose bevat, hetzij dat de kurkvormende zuren als samengestelde aethers, hetzij onder een' anderen vorm voorkomen, wij kunnen er niet in toestemmen, dat dit plaatsvindt onder een' vorm, welke oplosbaar is in koolstofhoudende oplosmiddelen, en dat het suberine een vet is in de nauwkeurige beteekenis van het woord. Wat mij daarentegen betreft, ik acht het bewezen, dat smeltbare en in chloroform oplosbare stoffen eene belangrijke rol spelen bij de samenstelling der verschillende kurklamellen, dat deze stoffen verzeept kunnen worden en zuren kunnen leveren. Neem ik hierbij in aanmerking de afscheiding van glycerine uit het kurk van *Quercus Suber*, dan ben ik geneigd om het suberine in zijn onderscheidene wijzigingen te beschouwen als een product, samengesteld uit vetten of daaraan verwante stoffen, glycerylaethers of andere samengestelde aethers, en uit één of meer in chloroform onoplosbare niet smeltbare stoffen, die evenals eerstgenoemde door kaliloog kunnen worden ontleed en wel op eene min of meer overeenkomstige wijze.

Na alles, wat op de chemische samenstelling der kurklamel betrekking heeft, behandeld te hebben moet ik nog aantoonen, in hoeverre dit onderzoek van beteekenis is voor de kennis der organische structuur der kurklamel. Zooals ik reeds in mijne vorige verhandeling over den kurkcelwand heb vermeld, is het WIESNER * met behulp van sterk ingrijpende reagentia gelukt, bij verschillende weefsels, waaronder ook het kurkweefsel van *Quercus Suber*, den celwand te verdeelen in kleine ronde lichaampjes, welke hij dermatosomen heeft genoemd. Om bij de kurklamel eene zoodanige verdeeling tot stand te brengen is het het beste om kaliloog bij de gewone temperatuur gedurende geruimen tijd te laten inwerken. In sommige gevallen gelukt het de op deze wijze behandelde kurklamel door zachte drukking op het dekglaasje volkomen in kleine ronde lichaampjes te verdeelen; in andere gevallen is het niet zoo gemakkelijk op de aangegeven wijze eene volkomene verdeeling te verkrijgen. In den regel nemen wij waar, dat het verband in tangentiale richting spoediger opgeheven wordt dan in radiale, tengevolge waarvan in den regel bij de kurklamel een laagsgewijze bouw duidelijk waarneembaar wordt. Reeds vroeger † heb ik er op gewezen, dat de lichaampjes, welke

* l. c.

† l. c. p. 32 en 33.

Digitized by Google

uit de kurklamel kunnen afgescheiden worden, chemisch zeer verschillen van die, welke uit andere celwanden kunnen verkregen worden, dat ze n.l. uit kurkstof en nimmer uit cellulose bestaan, doch hunne meest belangrijke eigenschap, n.l. dat ze smeltbaar zijn, is eerst door dit onderzoek aan het licht gekomen. *Cytisus Laburnum* is om ze te onderzoeken een van de meest geschikte planten; zooals ik vroeger reeds heb vermeld, gelukte de verdeeling hier na eene maceratie van 24 uur. Na verwarming in glycerine tot verschillende temperatuur kunnen wij constateeren, hoe de kleine lichaampjes langzamerhand tot bolletjes en ten slotte tot groote bollen zich hebben vereenigd, waarvan wij vroeger de samenstelling hebben nagegaan. Uit het feit, dat de onveranderde kurklamel tot hare ontleding toe zelfs verhit in den regel geen spoor van eene smelting vertoont, mogen wij afleiden, dat de zoogenaamde dermatosomen door het niet smeltbare bestanddeel der kurklamel, hetwelk met behulp van kaliloog gemakkelijk kan ontleed en verwijderd worden, nauwkeurig omsloten zijn. Het verschijnsel, dat in onderscheidene gevallen de kurklamel bij verschillende temperatuur wordt ontleed, moet naar mijne meening evenals, dat het ons in het eene geval spoediger gelukt eene verdeeling in dermatosomen te verkrijgen dan in het andere, niet alleen toegeschreven worden aan verschil in chemische samenstelling, doch ook aan verschillen, welke zich voordoen bij den inwendigen bouw der kurklamel.

Zooals uit het bovenstaande blijkt verschilt mijne voorstelling van de organische structuur der kurklamel, eene voorstelling, welke in haar geheel steunt op waarnemingen, in niet geringe mate van die, welke Wiesner * gegeven heeft voor de organisatie van den celwand in het algemeen, eene voorstelling, welke hij blijkbaar ook van kracht acht voor de kurklamel. Bij Wiesner vormen de dermatosomen het uitgangspunt voor zijne theorie van de organisatie en den groei van den celwand. Het komt mij voor, dat genoemde schrijver de beteekenis van deze lichaampjes, welke hij met behulp van zeer ingrijpende reagentia uit den celwand afscheidde, heeft overschat en hierdoor het mogelijk voorhanden zijn van andere celwandstoffen tusschen de dermatosomen uit het oog heeft verloren. Wel tracht hij het onderling verband dezer lichaampjes door het voorhanden zijn van fijne protoplasmastrengen te verklaren, doch tevergeefs zoekt men naar eene mededeeling, dat hij in een enkel geval tusschen de afzonderlijke dermatosomen de gemelde protoplasmastrengen heeft waargenomen, terwijl van een bewijs, dat ze werkelijk het verband

* l. c. p. 49 en volg.

Digitized by Google

daarstellen nog minder sprake kan zijn. Wel geeft hij eene figuur, waarin alle bijzonderheden zijn aangegeven, hoe wij ons de verbindingsstrengen moeten voorstellen, doch het is slechts eene schematische en niet eene aan de natuur ontleend en berustende op waarneming. Wat de kurklamel betreft, voor deze acht ik het bewezen, dat de door WIESNER als dermatosomen beschreven lichaampjes niet door protoplasma, maar door eene geheel andere stof met elkaar verbonden zijn en op eene geheel andere wijze dan WIESNER zich heeft voorgesteld. Dat dit laatste bestanddeel voor den celwand van minder belang zou zijn dan de smeltbare lichaampjes is iets, dat door geen enkel argument kan worden gestaafd.

Zooals met elk wetenschappelijk onderzoek het geval is, doen bij de beantwoording der gestelde vragen zich weder nieuwe voor; bieden de verkregen resultaten bovendien nieuwe gezichtspunten aan voor min of meer verwante onderwerpen, dan doet zich vaak de behoefte gevoelen ook deze aan een nieuw onderzoek te onderwerpen. Aldus was ook ditmaal mijne ervaring. Een onderzoek naar de kennis der cuticula is reeds door mij onderhanden genomen. Opnieuw kwam het mij wenschelijk voor de zoogenaamde „Pilzcellulose", waarvan het bestaan als bijzondere celwandstof door RICHTER * is bestreden, aan een nader onderzoek te onderwerpen, vooral wat betreft het cellulosegehalte. RICHTER heeft bij den celwand van vele lagere planten na maceratie in kaliloog met chloorzinkioodoplossing soortgelijke verkleuringen gekregen als VON HÖHNEL bij het kurkweefsel. Onmogelijk is het dus niet, dat ook enkele dezer verkleuringen door eene andere stof dan cellulose zouden worden veroorzaakt. Met een onderzoek van het sclerotium van *Claviceps purpurea* ben ik reeds aangevangen, hetgeen tot resultaten heeft geleid in strijd met RICHTER's onderzoekingen. Later hoop ik dit onderzoek voort te zetten en er eenige uitbreiding aan te geven.

Sedert mijn vorig onderzoek over den kurkcelwand heeft de ontwikkelingsgeschiedenis der kurklamel weinig de aandacht getrokken. Bij STRASBURGER † vinden wij hieromtrent eenige mededeelingen; bij zijne proeven maakte hij gebruik van chloorzinkioodoplossing, van iodium en zwavelzuur en van kaliloog. Vroeger had ik reeds met genoemde reagentia beproefd, bij *Cytisus Laburnum* o.a., de ontwikkelingsgeschiedenis na te gaan, waarbij ik vond, dat jonge kurklamellen in tegenstelling van jonge in volwassen staat verhoute celwanden al

* Beiträge z. genauer. Kenntn. d. chem. Besch. d. Zellmembr. b. d. Pilzen, *Zitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wissensch.*, 83. B., 5. Heft, 1881 p. 494 en volg.

† l. c. p. 137 en volg.

Digitized by Google

evenmin cellulosereactie gaven als volwassen kurklamellen, welk resultaat in overeenstemming was met het ontbreken van cellulose in volwassen toestand. De door mij verkregen resultaten heb ik evenwel niet bekend gemaakt, omdat mij toen reeds bleek, dat de vraag, of de groei van den kurkcelwand door appositie of intersusceptie plaatsvindt, niet kan beantwoord worden door de zich ontwikkelende kurklamel slechts met bovengenoemde reagentia te behandelen. Ik geloof, dat thans de studie der ontwikkelingsgeschiedenis met meer kans van slagen kan ter hand genomen worden, omdat wij thans over methoden van onderzoek kunnen beschikken, waardoor bij volwassen kurklamellen geringe verschillen in chemische samenstelling of inwendigen bouw kunnen geconstateerd worden, hetgeen evenzeer zou kunnen beproefd worden bij kurklamellen van verschillende ouderdom.

Wat de kennis van het suberine betreft, valt het zeker te waardeeren, dat chemici er in den laatsten tijd eene grondige studie van hebben gemaakt en hierbij rekening hebben gehouden met de uitkomsten door botanici verkregen. Ik geloof, dat ook thans weder door onderzoekingen in aansluiting aan die van KÜGLER en GILSON en voortgaande op den door deze beide onderzoekers ingeslagen weg het meest kan bijgedragen worden tot uitbreiding onzer kennis van het suberine en der kurklamel. Het aantal kurkvormende zuren zou zeker blijken eene aanmerkelijke uitbreiding te moeten ondergaan, terwijl het waarschijnlijk ook zou gelukken na maceratie in kaliloog met chloroform enkele bestanddeelen in onveranderden toestand aan het kurkweefsel te onttrekken en nader te onderzoeken, hetgeen eene belangrijke contrôle zou opleveren voor de langs mikrochemischen weg verkregen resultaten.

VERBETERING : Op enkele plaatsen staat Virgilea in plaats van Virgilia.

Digitized by Google

VERKLARING DER FIGUREN.

Alle figuren zijn geteekend naar eene vergrooting van ruim 1000 maal. De beteekenis der letters is als volgt:

c cellulosewand,
s suberinelamel,
m middellamel,
v bollen uit vet bestaande,
z bollen uit één of meer zuren bestaande,
h hulsels,
i inhoud der hulsels,
zp verzeepingsproducten.

Hierbij dient te worden opgemerkt, dat de afgebeelde bollen, aanvankelijk uit vet of zuren bestaande, en eveneens de verzeepingsproducten door de inwerking van reagentia chemische veranderingen hadden ondergaan.

PLAAT I.

Cytisus Laburnum.

Fig. 1. Kurkcellen door iodium geel gekleurd;
» 2. buitenste cellagen van het kurkweefsel na langdurige verwarming in glycerine tot ruim 300°;
» 3. kurkcellen na maceratie in kaliloog van 50 pCt. en behandeling met chloorzinkioodoplossing;
» 4. na behandeling met geconcentreerd chroomzuur en toevoeging van ioodioodkalioplossing of chloorzinkioodoplossing;
» 5. na maceratie in alcoholische kaliloog van 10 pCt. en kleuring met ioodioodkalioplossing; de verhoute cellulosewand (*c*) is in deze figuur door eene gele lijn aangegeven, in de meeste figuren evenwel door eene blauwe, daar hij na op de eene of andere wijze met kaliumhydroxyde te zijn behandeld met chloorzinkioodoplossing in den regel cellulosereactie geeft; na behandeling met verdund chroomzuur is dit het geval met den cellulosewand en de middellamel;

Digitized by Google

Fig. 6. kurkcellen na langdurige verwarming in glycerine bij minstens 225°, behandeling met verdund chroomzuur en chloorzinkioodoplossing;

» 7. na langdurige maceratie in kaliloog van 50 pCt., verwarming tot 110° in glycerine, behandeling met verdund chroomzuur en chloorzinkioodoplossing; de door het chroomzuur gewijzigde vetbollen (v) vertoonen reeds in geringe mate phellonzuurreactie;

» 8. de door verwarming tot 110° in glycerine verkregen bollen (zie boven fig. 7) na maceratie in geconcentreerd chroomzuur en toevoeging van ioodioodkalioplossing;

» 9. na maceratie en verwarming tot 130° in kaliloog van 50 pCt., verwarming in verdund zoutzuur tot 70° en behandeling met chloorzinkioodoplossing;

» 10. na maceratie en verwarming tot 130° in kaliloog van 50 pCt., ontleding der verzeepingsproducten door koken met verdund zoutzuur en behandeling met chloorzinkioodoplossing;

» 11. binnenste cellagen na verwarming met eene tienpercentische oplossing van kaliumhydroxyde in glycerine en toevoeging van chloorzinkioodoplossing;

» 12. na verwarming met eene tienpercentische oplossing van kaliumhydroxyde in glycerine, koken met verdund zwavelzuur en behandeling met chloorzinkioodoplossing.

Opmerking betreffende plaat I.

Vele der afgebeelde figuren kunnen ook nog op andere wijze verkregen worden dan hierboven is vermeld, b.v.

Fig. 5. door verwarming der buitenste cellagen met eene tienpercentische oplossing van kaliumhydroxyde in glycerine en toevoeging van ioodioodkalioplossing;

» 6. door verwijdering der kurklamel met alcoholische kaliloog (zie fig. 5) of kaliumhydroxyde opgelost in glycerine, der vetbollen (fig. 7) door chloroform, der hulsels of der uit één of meer zuren bestaande bollen (fig. 10 en 12) door alcohol, gevolgd door maceratie van het weefsel in verdund chroomzuur en behandeling met chloorzinkioodoplossing.

PLAAT II.

Pirus Malus.

Fig. 13. Kurkcellen na langdurige verwarming in glycerine bij 235 tot 240° en behandeling met verdund chroomzuur en chloorzinkioodoplossing;

Digitized by Google

Fig. 14. na maceratie in kaliloog van 50 pCt., verwarming in glycerine tot 100° en behandeling met verdund chroomzuur en chloorzinkioodoplossing;

» 15. na maceratie en verwarming tot 150° in kaliloog van 50 pCt., behandeling met verdund chroomzuur en chloorzinkioodoplossing;

» 16. na maceratie en verwarming tot 150° in kaliloog van 50 pCt., verwarming tot 80° in verdund zoutzuur en behandeling met verdund chroomzuur en chloorzinkioodoplossing.

Betula alba.

Fig. 17. Kurkcellen na langdurige verwarming in glycerine tot 250° en behandeling met verdund chroomzuur en chloorzinkioodoplossing;

» 18. na langdurige verwarming in glycerine tot 275° en behandeling met verdund chroomzuur en chloorzinkioodoplossing.

Eene overeenkomstige figuur, als hier is afgebeeld, wordt verkregen na langdurige verwarming in glycerine tot 250°, maceratie in verdund chroomzuur, oplossing der kurklamel in verdunde kaliloog en behandeling met chloorzinkioodoplossing; ook na maceratie in alcoholische kaliloog van 10 pCt. en behandeling met verdund chroomzuur en chloorzinkioodoplossing.

Fig. 19. Kurkcellen na verwarming met eene tienpercentische oplossing van kaliumhydroxyde in glycerine en behandeling met verdund chroomzuur en chloorzinkioodoplossing;

» 20. na verwarming met eene tienpercentische oplossing van kaliumhydroxyde in glycerine, verwarming met waterige kaliloog van 50 pCt. tot 150° en behandeling met verdund chroomzuur en chloorzinkioodoplossing;

» 21. na maceratie in kaliloog, verwarming tot 130° in glycerine, behandeling met geconcentreerd chroomzuur en ioodioodkalioplossing.

Ilex Aquifolium.

» 22. Kurkcellen na verwarming tot 260° in glycerine en behandeling met verdund chroomzuur en chloorzinkioodoplossing. De kurklamel (*s*) tot bollen en klompen samengeloopen.

Quercus Suber.

Fig. 23. Hulsels met korreligen inhoud, violet gekleurd door chloorzinkioodoplossing of met behulp van chroomzuur en ioodioodkalioplossing;

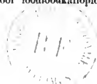
Digitized by Google

Fig. 24. hulsels met tusschen 60 en 65^0 gesmolten inhoud, gekleurd door chloorzinkioodoplossing of met behulp van chroomzuur en ioodioodkalioplossing.

Salix caprea.

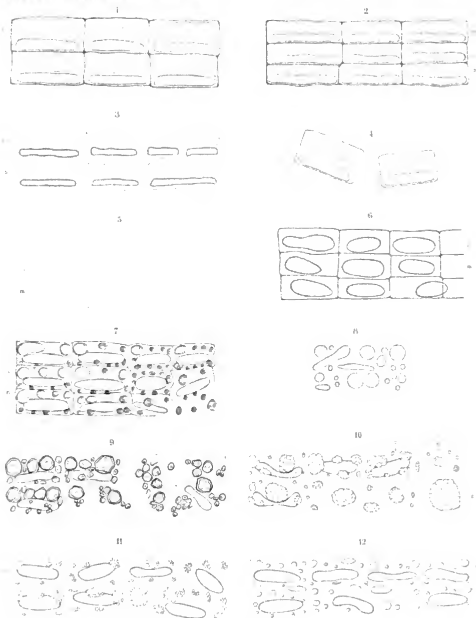
Fig. 25. Kurkcellaag na maceratie in geconcentreerd chroomzuur en toevoeging van ioodioodkalioplossing;

» 26. verzeepingsproducten, verkregen na maceratie en verwarming tot 150^0 in kaliloog van 50 pCt. en door ioodioodkalioplossing geel gekleurd.



Digitized by Google

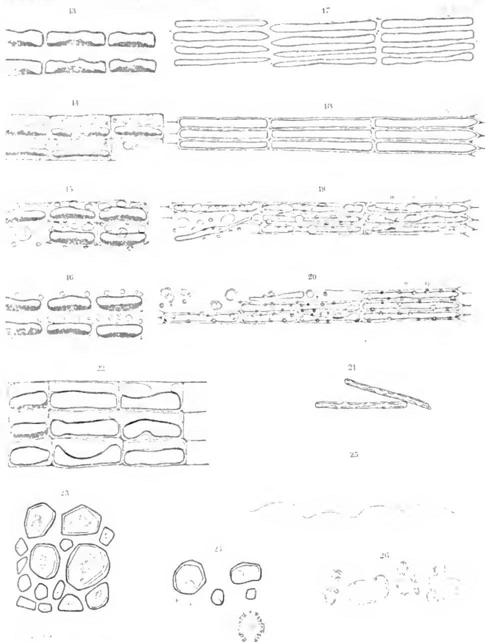
Digitized by Google

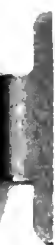


Digitized by Google



Digitized by Google


13
17
14
18
15
19
16
20
22
21
25
23
26



Digitized by Google

HET DILUVIUM

VAN

WEST-DRENTHE.

DOOR

Dr. H. VAN CAPPELLE.

Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam.

(Tweede Sectie).

DEEL I. No. 2.

(Met een geologisch Schetskaartje.)

LIBRARY
OHIO STATE
UNIVERSITY

AMSTERDAM,
JOHANNES MÜLLER.
1892.

40 Z
1

Digitized by Google

HET DILUVIUM VAN WEST-DRENTHE.

DOOR

Dr. H. VAN CAPPELLE.

Er zijn voorzeker weinig plaatsen op het gebied van het Nederlandsch diluvium, welke in steenrijkdom de heuvels van Havelte in Drenthe evenaren. Heeft dit deel dezer provincie dan ook reeds vroeg de aandacht van den geoloog tot zich getrokken en vinden wij Havelte in STARING's meesterwerk — waarin deze heuvels met den Bisschopsberg en de hoogten van Steenwijkerwold en Steenwijk tot één geheel, tot de heuvelgroep van West-Drenthe vereenigd worden * — dan ook onder die plaatsen vermeld, waar de volledigste verzameling steensoorten werd bijeengebracht †, des te meer moet het daarom bevreemden, dat West-Drenthe ten opzichte van den bouw des bodems nog tot de weinig bekende deelen van ons vaderland behoort.

Terwijl wij toch bij STARING nagenoeg niets hierover aantreffen, en terwijl de mededeelingen van jongere schrijvers zich nog tot voor korten tijd slechts bepaalden tot eene eenvoudige vermelding, dat in den Havelterberg en te Steenwijkerwold (LORIÉ §) keileem wordt aangetroffen en dat in laatstgenoemde gemeente het morainenlandschap duidelijk waar te nemen is (LORIÉ **), ook de grondboringen die de Ingenieur HALBERTSMA op en aan den voet van den Bisschopsberg bij Havelte, en in den omtrek van Meppel liet verrichten ††,

* *Bodem van Nederland.* II, blz. 29.

† l. c. II, blz. 75.

§ Contributions à la géologie des Pays-Bas. II. *Archives* TEYLER, Série II, T. III. Première partie, blz. 89.

** l. c. blz. 89.

†† H. VAN CAPPELLE, *Geologische resultaten van eenige in West-Drenthe en in het oostelijk deel van Overijssel verrichte grondboringen.* Eene bijdrage tot de ontwikkelingsgeschiedenis van het Nederlandsch diluvium. Amsterdam 1890.

Digitized by Google

brachten onze kennis van het West-Drentsche diluvium wel eene schrede verder, doch lieten tal van belangrijke vragen onopgelost, wier beantwoording slechts van een nauwkeurig onderzoek op het veld te verwachten was.

Dat mijn wensch, om te trachten door bedoeld onderzoek de voornaamsten dier vraagpunten tot oplossing te brengen, zoo spoedig vervuld is geworden, heb ik aan de Akademische commissie voor het geologisch onderzoek van Nederland te danken, die mij tot het doen van bovengenoemde nasporingen gedurende twee achtereenvolgende jaren eene toelage verleende. Nadat ik in den zomer van het vorig jaar het gebied van STARING's groep van West-Drenthe in alle richtingen doorkruist en op deze wijze getracht had, een algemeen overzicht van den bouw des bodems te verkrijgen, kwam het mij in den afgeloopen zomer nuttiger voor, een deel van dit gebied nauwkeurig te onderzoeken, dan ook in de ten oosten daaraan grenzende landstreek eenige vluchtige onderzoekingen in te stellen.

Als type van een eertijds vergletscherd gebied trok mij het meest aan dat gedeelte, hetwelk ten zuiden van Diever slechts door een smalle strook met het overige deel van het oudere diluvium van westelijk Drenthe verbonden is, en dat zich in oost-westelijke richting tusschen Havelte en Steenwijk en in noordelijke richting tot aan Wittelte uitstrekt.

In de volgende bladzijden zal ik een poging wagen, om aan de hand eener beschrijving van den bouw en de samenstelling des bodems de geologische geschiedenis van dit kleine gebied te verklaren. Alleen daar, waar ik het noodig acht, zullen ook enkele waarnemingen, die ik buiten het boven omschreven gebied deed, worden medegedeeld.

Vóórdat de beide in zuidwestelijke richting vloeiende stroomen in jongdiluvialen tijd hunne uitschurende werking begonnen, waaraan het fijne zand (*Zanddiluvium* van STARING) hetwelk, hier en daar met eene moerasveenbedekking, ons gebied ten oosten en ten westen begrenst, zijn ontstaan te danken heeft gehad — vóór dien tijd maakte het door mij onderzochte deel van West-Drenthe deel uit van het Drentsche diluviaalplateau, dat, gelijk bekend is, door STARING als het produkt van een en dezelfde periode voorgesteld wordt en dat wij op zijne kaart als Skandinaafsch diluvium aangegeven vinden.

Bleek mij nu reeds spoedig het groote aandeel, hetwelk aldaar het

Digitized by Google

keileem, met het daaruit door de werking der atmospherilien gevormde keizand, aan den opbouw des bodems heeft, door nauwkeurige nasporingen leerde ik, dat een niet minder groote oppervlakte in dit gebied door eene jongere vorming wordt ingenomen. Deze, bijna geheel uit fijn zand opgebouwd, stelt een gebied samen, dat volkomen het karakter draagt van het bekende *heidezandlandschap* van Noord-Duitschland.

Niet alleen deze ontdekking, doch ook het feit, dat wij in het gebied, waar het keileem de overheerschende grondsoort is, volgens onze tegenwoordige kennis van vergletscherde landstreken, nog twee verschillende terreinvormen onderscheiden moeten — nl. het *vlakke keileemgebied* en het *morainenlandschap* — deed mij besluiten, om van het boven omschreven deel van het Drentsche diluviaalplateau op de schaal der topographische kaart (1 : 50.000) een geologisch schetskaartje te ontwerpen, hetwelk de grenzen der verschillende terreinvormen zoo nauwkeurig mogelijk aangeeft.

In dit kaartje, dat niet naar de genoemde kaart uit enkele vluchtige waarnemingen werd samengesteld, doch tot welks vervaardiging eerst werd overgegaan, nadat het terrein op alle punten der bovengenoemde drie landschapsvormen opgenomen was, heb ik met een bruine tint het vlakke keileemgebied aangegeven, met een blauwe tint het morainenlandschap, met rood de in laatstgenoemd gebied voorkomende hooge ruggen met eindmorainentype, en met een gele kleur het heidezandlandschap. Het omringende en op talrijke plaatsen met moerasveen bedekte * jongere zandterrein (Zanddiluvium van STARING) is ongekleurd gebleven.

Na deze noodzakelijke mededeelingen ga ik tot eene beschrijving van den bodem in elk der genoemde terreinen over en begin met

Het vlakke Keileemgebied.

Een zeer klein gedeelte van het gebied, waar het keileem ontwikkeld is, wordt door een nagenoeg vlak 4.50—9.50 M. boven AP. gelegen terrein gevormd, dat dan eens, nl. ten noorden van Havelte, met heideveld, dan weder, nl. in en ten zuiden van genoemde plaats, met fraai eikenbosch bedekt is. Wegens de geringe hoogteverschillen, die het morainenlandschap in westelijk Drenthe in ver-

---

* Terwijl STARING op zijne geologische kaart ten onjuiste *overal* een moerasveenbedekking aangeeft, heb ik daarentegen, aangezien mij de tijd ontbroken heeft, om ook deze jongste vorming in kaart te brengen, op mijn schetskaartje duidelijkheidshalve overal zanddiluvium aangegeven.

gelijking met noord-Duitschland vertoont, was eene grensbepaling tusschen deze beide terreinvormen niet gemakkelijk; van het dorp Havelte bijv. in westelijke richting naar den Bisschopsberg gaande, ziet men in de vlakke keileemoppervlakte langzamerhand zwakke golvingen optreden, die steeds sterker worden, naarmate men het morainenlandschap nadert. Evenzoo gaat het vlakke keileemgebied ten oosten van Havelte in een klein, meer of minder golvend, terrein over, hetwelk wij als morainenlandschap gekaarteerd hebben.

Eigenschappen van het keileem.

Het leem, dat men in dit gebied overal, hetzij aan de oppervlakte, hetzij onder een dunnere of dikkere steenzandbedekking aantreft, is een dan eens vettere, dan weder meer zandige, grijze leemsoort, waarin talrijke steenen zonder eenige regelmaat ingesloten zijn, en die meer of minder talrijke gele, door oxydatie van het grijze ijzeroxyduul tot geelgekleurd ijzeroxyd gevormde vlekken vertoont. In geen van de talrijke monsters, die ik van deze grondsoort uit verschillende diepten en van de meest uiteenliggende punten onderzocht, konden sporen van kalk worden aangetoond, waaruit ik besluit, dat dit leem oorspronkelijk niet als mergel afgezet is.

Niet alleen deze eigenschappen, doch ook de vorm, die de steenen veelal bezitten, hunne dikwijls fraai gepolijste en van duidelijke gletscherkrassen voorziene oppervlakte, alsmede de groote hardheid, die dit leem in droogen toestand vertoont, kenmerken het als een echt keileem. Het feit nu, dat het keileem in dit gebied één samenhangende bank vormt, die zooals later aangetoond zal worden, zich ook onder de omringende jongere vormingen voortzet, om oost- en westwaarts weder aan de oppervlakte te treden, kan met een ontstaan door ijsbergen niet in overeenstemming gebracht worden * en dus slechts door een ijsdek worden verklaard, dat hier zijne *grondmoraine* achterliet. Hier en daar bevinden zich echter in dit gebied ook plaatsen, waar het leem de eigenschappen vertoont, die het als een product eener meer of minder sterke uitspoeling door de onder het ijsdek vloeiende smeltwateren doen kennen. Wel is waar kon

* Dit zij hier ten overvloede opgemerkt naar aanleiding van eene zinsnede, voorkomende in de laatste verhandeling van den Limburgschen geoloog, Dr. A. Erens (Recherches sur les formations diluviennes du sud des Pays-Bas, *Arch.* Teyler, Série II, T. III, sixième partie 1891, blz. 51) luidende: „n'ayant pu étudier jusqu'ici sur „place la nommée formation glaciaire et n'ayant examiné que la partie Sud des Pays- „Bas, qui n'en a pas de trace, nous devons observer, relativement à cette action gla- „ciaire bien connue, une certaine réserve expectante".

Digitized by Google

ik deze verklaring op het aan de oppervlakte liggend leem nergens toepassen, aangezien een zeer zandig keileem door de werking der atmospherilien gemakkelijker in steenzand overgaat, dan een leem, dat weinig zanddeelen bevat. Bij gravingen daarentegen trof ik onder het keileem of onder steenzand somtijds een zeer zandig, hier en daar met vetter leem afwisselend keileem aan, hetwelk als een omgewerkte grondmoraine beschouwd moet worden.

Dat de samenstelling van het keileem ten nauwste samenhangt met den aard der steensoorten, welke het insluit, zagen wij reeds uit de volkomen afwezigheid van kalkdeelen in dit leem — een verschijnsel, dat door het ontbreken van kalksteen in het diluvium van West Drenthe verklaard wordt. Merkwaardig is in dit opzicht een donkerrood zeer vet leem, dat wij in de omstreken van Uffelte, ten noorden van Havelte, hier en daar ontwikkeld vonden, nl. in een streek, waar donkerroode granieten en roode porfieren buitengewoon talrijk zijn (zie blz. 16). Het feit, dat dit roode leem nergens een bank van eenige uitgestrektheid vormt, doch slechts hier en daar tusschen het gewone grijze, geelgevlekte leem ontwikkeld is, doet ons aannemen, dat het door verrijzeling en sterke samenpersing van plaatselijk opeengehoopte brokstukken van bovengenoemde steensoorten gevormd is — eene verklaring, waarmede de aanwezigheid in dit leem van talrijke glimmerblaadjes een bestanddeel dezer granieten, goed overeenstemt.

De verweeringskorst van het keileem.

De plaatsen, waar het keileem aan de oppervlakte ligt, zijn niet zeer talrijk en niet tot een bepaald gedeelte van het vlakke keileemgebied beperkt. Zoowel langs den zuidrand als in het midden en in het noorden van dit gebied trof ik nl. het leem in den bovengrond aan. Wel geldt bijna overal de regel, dat daar, waar het leem een dunnere of dikkere steenzandbedekking draagt, het terrein hooger ligt. Niet alleen uit dit verschijnsel, doch ook uit den langzamen overgang, die bij al mijne gravingen tusschen beide vormingen werd waargenomen, en uit de groote steenen, die ik dikwijls in het steenzand ingesloten vond, mag ik afleiden, dat dit zand geen vorming is, die zich in een jonger tijdperk op de grondmoraine afgezet heeft, doch dat het zich uit het keileem door de sedert duizenden van jaren aanhoudende werking der atmospherische invloeden ontwikkeld heeft, en dus nog tot de grondmoraine behoort. Ik stel voor, dit zand in het vervolg *keizand* te noemen, in tegenstelling van het rolsteenzand, waaronder ik de verplaatste grondmoraine versta. Be-

Digitized by Google

halve van de hoogte van het terrein hangt de dikte der verweeringskorst vooral van de hoeveelheid der in het keileem aanwezige, door slibbing te verwijderen kleideelen af, zoodat op plaatsen, waar een zeer vet keileem ontwikkeld is, de keizandbedekking doorgaans ontbreekt. De veelvuldige kleinere niveauverschillen, die het terrein in het vlakke keileemgebied vertoont en de onophoudelijke veranderingen, die wij ten opzichte van het kleigehalte waarnemen, zullen dus een verweeringskorst hebben doen ontstaan, die in golvend op en neer gaande lijnen van het onderliggende leem gescheiden is.

Dit verschijnsel, waarop ik vroeger reeds de aandacht vestigde *, leerde ik ook in dit gebied door talrijke gravingen en boringen kennen, welke tevens aantoonden, dat een keizandbedekking van meer dan 1 M. dikte daar zeldzaam is.

Dikte der grondmoraine.

Moet dus in westelijk Drenthe bij het aangeven van de dikte der grondmoraine het steenen bevattend zand, dat het keileem bedekt, medegerekend worden, het is mij niet mogelijk geweest, deze dikte in het vlakke keileemgebied met juistheid te bepalen; bodeminsnijdingen van eenige beteekenis trof ik nergens aan en bij gravingen werd geen enkele maal de ondergrond bereikt. Volgens de berichten echter, die ik op talrijke plaatsen omtrent dit punt heb ingewonnen, ligt de grens tusschen het keileem en de later te beschrijven oudere zandvorming zelden dieper dan 6—7 M. onder de oppervlakte. In het morainenlandschap daarentegen bezit het keileem op talrijke punten een geringere dikte, zoodat ik hier door gravingen een onderzoek naar den aard van zijnen ondergrond kon instellen. Aan de uitkomsten van dit onderzoek, in verband gebracht met verscheidene boringen, moet eene korte beschrijving van het morainenlandschap voorafgaan.

Het morainenlandschap.

Zooals uit bijgaand schetskaartje blijkt, beslaat de terreinvorm, die met den naam van *morainenlandschap* moet worden aangeduid, een veel grootere oppervlakte. Zien wij ook in dit gebied het keileem of zijn verweeringsproduct, het keizand, overal den bovengrond vor-

* Sur les rapports du Diluvium entremêlé avec le Diluvium scandinave de STARING et sur un Diluvium entremêlé dans la Drenthe centrale (*Bull. d. l. Soc. belge d. Géol. d. paléont. et d'Hydr.* T. V, 1891, Bruxelles) blz. 76.

Digitized by Google

men, zijne sterk bewogen oppervlakte en de gansche afwezigheid van vlakke terreinen kenmerken het dadelijk als verschillend van het zoo even behandelde gebied. Wanneer men van het middelpunt van het dorp Havelte, nl. de Brink, westwaarts gaat en, na het boschrijke, vlakke keileemgebied te hebben doorsneden, den ouden postweg volgt, die over den Eursinger Binnenesch naar den Bisschopsberg voert, dan vallen deze verschillen het duidelijkst in het oog.

Zoodra men toch het geboomte verlaten heeft en bovengenoemden weg betreedt, stijgt de bodem aanmerkelijk en door uitgestrekte rogge- en boekweitvelden worden wij, dan eens dalende, dan weder stijgende, naar een eenigszins heuvelachtig heideveld gevoerd, dat ons in korten tijd naar den voet van bovengenoemde aanzienlijke bodemverheffing brengt. Hoewel deze niveauverschillen geringer zijn, dan die welke men in het morainenlandschap van noord-Duitschland waarneemt, en hoewel de diepten, welke zich tusschen de hoogten bevinden, zelden zóó laag gelegen zijn, dat veenvorming plaats kon vinden, toch zal zelfs een leek de overeenkomst met dezen voor laatstgenoemde landstreek zóó kenschetsenden landschapsvorm dadelijk opmerken.

Bijna overal zien wij in dit hooge terrein weder een, meestal leemhoudend, zand met steenen (keizand) aan de oppervlakte, en treffen wij op geringe diepte het keileem aan; zoodat het gemakkelijk te begrijpen is, waarom men de hooge gronden van het morainenlandschap het eerst tot bouwland heeft gekozen. Dat de hooge ligging der bouwlanden het gevolg zou zijn van de jaarlijks voortgezette bemesting dezer akkers (Esschen) met heideplaggen, wie zal deze meening nog willen verkondigen? *

Wij naderen nu ons doel; steeds sterker rijst en daalt de bodem en steeds ruimer wordt onze blik; ten noordwesten worden wij een nog aanzienlijker, met bouwland bedekte hoogte (Kampen) gewaar, en recht voor ons uit verrijst als een hooge wal de met heide bedekte Bisschopsberg. Wij dalen nu naar het eenzame heideveld af en bereiken spoedig over veel lagere heuvels heen den voet van dezen rug.

Doch niet alleen de verschillen in de gedaante van het bodemoppervlak, ook de veranderingen in het keigehalte moeten zelfs den eenvoudigen wandelaar onmiddellijk in het oog vallen. Was toch de hoeveelheid steenen, welke wij op den bodem verspreid zien liggen

---

* Zie o. a. de voordracht door den Heer R. Bos op het eerste Natuur- en Geneeskundig congres te Amsterdam gehouden, getiteld: Over de Drentsche Esschen (*Handelingen* enz., blz. 297).

Digitized by Google

in het oostelijk, grootendeels met bouwland bedekt, deel van het morainenlandschap niet veel grooter dan in het vlakke keileemgebied *, geheel anders is dit in het meer naar het westen gelegen nog onontgonnen gedeelte. Dadelijk bij het betreden van genoemd heideveld toch treft ons de ontzaglijke hoeveelheid steenen, welke den bodem bedekken; hoewel men de grootste keien, op een reusachtig granietblok na, reeds verwijderd heeft, om voor de wegen te worden stukgeklopt, toch is de rijkdom aan steenen hier nog zóó groot, dat wij somtijds als op een grintweg meenen te gaan.

Bij het bestijgen van de zachtglooiend afloopende zuidoostelijke helling van den Bisschopsberg wordt het keigehalte, ofschoon wij ook hier enkele steenarme plekken waarnemen, niet geringer en ook boven op den breeden wal loopen wij nog dikwijls als het ware over een keivloer heen. Onzen weg dwars over den hoogen rug vervolgende, bereiken wij nu den rand der veel steilere noordelijke helling, die een niet minder schoon panorama te genieten geeft dan dat, hetwelk wij bij het beklimmen der zuidoostelijke helling aanschouwden. In de diepte strekt zich een met heide bedekt, weinig heuvelachtig, zandterrein uit, dat in het oosten, nl. daar waar het de hoogste heuvels van het morainenlandschap begrenst, aanzienlijke zandstuivingen draagt; in het westen dwaalt ons oog over de hooge golvende roggeakkers van het morainengebied, met het landelijk aan zijnen noordelijken rand gelegen stadje Steenwijk; terwijl wij in het verschiet de boschrijke hoogten van Steenwijkerwold met den Woldberg zien verrijzen.

Ook wanneer men van Havelte den straatweg naar Derp volgt, gaat men van het vlakke keileemgebied langzaam in het morainenlandschap over, om daarna de zachtglooiende zuidelijke helling van een gelijksoortigen wal te bestijgen. Hoewel de hoogte-verschillen hier niet zoo groot zijn als in het meer westelijk gelegen deel van het morainenlandschap (op de Waterstaatskaart vinden wij langs bovengenoemden weg de volgende hoogten boven AP. vermeld: 9.50, 11.25, 8.50, 7.80, 10.45 en 12.25 M.), en hoewel men, uit het geboomte komende, dadelijk het heideveld betreedt, ook hier merkt men, wat het keigehalte betreft, hetzelfde verschijnsel op. De steenen, welke dezen onder den naam van den Havelterberg bekenden wal bedekken, zijn zelfs nog talrijker dan op den Bisschopsberg.

Deze landschapsbeschrijving, die ik niet achterwege meende te

* Dit verschijnsel schijnt, volgens de berichten, die ik hieromtrent te Havelte heb ingewonnen, niet alleen aan de ontginning te moeten worden toegeschreven.

Digitized by Google

mogen laten, leert ons nu dadelijk het karakter dezer beide wallen als dat van eindmorainen kennen — een vermoeden dat reeds vroeger door mij werd uitgesproken *, en dat door een nauwkeurig onderzoek naar het verloop en naar de bodemgesteldheid dezer hoogten bevestigd zou moeten worden. Al hetgeen ik gedurende mijn verblijf te Havelte hieromtrent leerde, zal in de volgende bladzijden worden medegedeeld.

De Bisschopsberg is een ongeveer 800 M. breede en 2300 M. lange wal, die van het zuidwesten naar het noord-oosten gericht is en eene ombuiging naar het oosten bezit. De ten noord-oosten gelegen hooge, onder den naam van Kampen en Schier bekende, bouwvelden maken van dezen wal geen deel uit, doch moeten tot het morainenlandschap gerekend worden. Nog meer naar het noordoosten daalt het terrein aanmerkelijk, om daarna weder langzaam in den tweeden hoogen wal over te gaan, waarvan het met heide bedekt westelijk einde onder den naam van den Havelterberg bekend is. Ook deze wal buigt zich in oostelijke richting nl. tot op korten afstand van de Hoofdvaart om, verbreedt zich hier echter aanzienlijk en vormt de hooge bouwgronden van het, aan den voet zijner zuidelijke helling liggende, gehucht Uffelte. Beide wallen doen zich dus als segmenten van cirkels voor, wier holle zijde naar het zuiden of zuidoosten gekeerd is, en bezitten, gelijk reeds werd opgemerkt, een zuidelijke zachtglooiende, en een noordelijke steilere helling.

De hoogte dezer aanzienlijke bodemverheffingen is niet nauwkeurig bekend, want slechts langs den weg, die van Havelte naar Derp en Schier voert (zie de Waterstaatkaart, blad Steenwijk), en op de zuidelijke helling van den Bisschopsberg (nl. bij gelegenheid van de door den Ingenieur Halbertsma verrichte boringen), zijn enkele waterpassingen gedaan. Aangezien genoemde weg echter het zuidwestelijk uiteinde van den Havelterberg raakt en de bodem zich hier 12.25 M. boven AP. verheft, en aangezien de terreinhoogte op het noordelijkste der bedoelde boorpunten 11 M. bedraagt, kan de hoogte van den oostelijken wal op 15—18 M. + AP., die van den westelijken op 12—15 M. + AP. geschat worden.

Hoewel nu op de hellingen en op den top dezer beide wallen het keizand weder de overheerschende grondsoort vormt, toch wordt ook het grijze, geelgevlekte keileem somwijlen aan de oppervlakte aangetroffen. Zag ik deze plaatsen in het vlakke keileemgebied echter ongelijkmatig over de oppervlakte verspreid liggen, op het gebied,

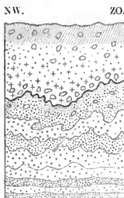
* Geologische resultaten enz. l. c. blz. 19.

Digitized by Google

dat door de beide hooge ruggen wordt ingenomen, vond ik de punten, waar het keileem den bovengrond vormt, bijna uitsluitend tot de zuidelijke en zuidoostelijke hellingen beperkt. Als men bijv. van Derp de zachtglooiende zuidelijke helling van den Havelterberg bestijgt, ziet men het keileem niet verdwijnen doch op talrijke plaatsen tot zelfs nabij den top dezer hoogte aan de oppervlakte ontwikkeld. Bij eenige gravingen op den bodem der, door het van de hoogte afvloeiende regenwater hier gevormde, geul, werd ook hier de onderste grens van het keileem niet bereikt. Ook boven aan de helling van het zuidwestelijk einde van den Bisschopsberg nam ik keileem aan de oppervlakte waar, waarvan op een diepte van 4 M. de onderste grens nog niet bereikt was en dat op geen enkele plaats meer de oorspronkelijke grijze kleur vertoonde.

Eene andere uitkomst leverde ons echter het onderzoek van de zuidoostelijke helling der laatstgenoemde bodemverheffing. In een ten zuiden der school * op het heideveld aanwezigen zandkuil toch was het keileem reeds doorboord en kon door dieper uitgraven eene doorsnede verkregen worden, die met betrekking tot het hier behandelde vraagstuk niet zonder gewicht is.

In deze doorsnede, die hiernevens op een schaal van 1 : 32 is afgebeeld en die van het NW. naar het ZO. georienteerd is, ziet men het keizand den bovengrond vormen en naar beneden door middel van een leemachtig zand met enkele steenen in een harde steenpakking overgaan, welke bijna geheel uit grootere en kleinere meerendeels hoekige, doch somwijlen fraai rond afgeschuurde steenbrokken samengesteld is, die door een rood vet leem aan elkander gebakken zijn. Reeds op een diepte van 0.80 M. volgt nu op deze steenpakking een gelaagde zandvorming, waarvan de bovenste lagen nog een weinig leemhoudend zijn en enkele steenen bevatten, doch waarvan de onderste laag zich door zijn witte kleur, afkomstig van de talrijke ingemengde witte kwartskorrels, onderscheidt.



Schaal 1 : 32.

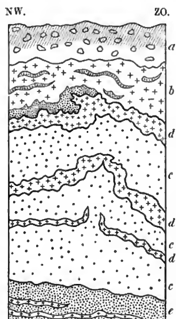
Hetgeen echter deze doorsnede vooral belangrijk maakt, zijn de drukwerkingen, die zij te aanschouwen geeft. Terwijl ik toch in het

* Den lezer, die de Topographische kaart raadpleegt, zij opgemerkt, dat de school niet lang geleden meer naar het oosten (aan denzelfden weg) verplaatst werd.

Digitized by Google

leem van het vlakke keileemgebied en ook bij eene graving in het een weinig heuvelachtig door mij als morainenlandschap gekaarteerde terrein ten oosten van Havelte (waar de ondergrond van het keileem bereikt werd) nergens belangrijke storingen zag optreden, leeren ons de plooingen en golvingen, die wij in het onder de steenpakking liggende zand waarnemen, dat hier op den ondergrond eene aanzienlijke drukking uitgeoefend moet zijn. Evenals in het diluvium van Zuidwolde * werden de storingen met de diepte geringer en is hier reeds op een diepte van 1.60 M. de oorspronkelijk waterpas gelaagde bouw ontwikkeld.

Bij het opgaan der hoogte nu worden de storingen aanzienlijker: niet alleen toch dat de plooingen en golvingen, wier assen overal in de richting der wallen verloopen, sterker worden, doch zij dringen ook dieper in den bodem door. In een niet ver van het hoogste punt aanwezige, en door het van de hoogte afvloeiende regenwater gevormde, diepe geul nabij den top, had ik gelegenheid dit aan te toonen; door het loodrecht afsteken van een van de wanden dezer geul en door een zoo diep mogelijke uitgraving verkreeg ik nl. eene doorsnede, die eveneens van het NW. naar het ZO. georienteerd is.



Schaal 1 : 26.

In deze doorsnede, die eene lengte van 1.30 M. en een hoogte van 2.36 M. bezit en die ik hiernevens op een schaal van 1 : 26 afgebeeld heb, wordt de bovengrond door zand (*a*) gevormd, dat een ontzaglijke hoeveelheid steenen bevat. Onder dit zand ligt een dunne grijze, geelgevlekte keileembank (*b*), die zeer weinig steenen insluit en waardoor eenige gebogen en gegolfde zandlaagjes heenloopen, die tegenover het leem echter niet scherp begrensd zijn. Dit keileem, dat hoegenaamd geene verschillen vertoont met dat van het vlakke keileemgebied, rust op een geel of geelrood, hard leemachtig zand (*c*),

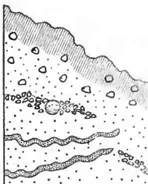
* H. van Cappelle, Sur les rapports etc., l. c., blz. 76.

dat hier en daar nog eenige brokstukken van noordelijke gesteenten insluit, en waardoor zich eenige eveneens geelrood, doch donkerder gekleurde zandige leemlaagjes (*d*) heenkronkelen. Het bovenste dezer leemlaagjes wordt door een eveneens geplooid laagje wit zand begeleid en is minder gebogen dan het dieper liggende, terwijl het onderste dunnere laagje door de drukking of samenpersing gebroken is.

Op het leemachtig zand (*c*) volgt eindelijk een witachtig bijna zuiver zand (*e*), waarmede eveneens eenige dunne leemlaagjes afwisselen, die nog wel een eenigszins kronkelend verloop hebben, doch duidelijk den oorspronkelijk horizontalen bouw vertoonen.

Nog hooger de helling op, in dezelfde diepe geul, vond ik het keileem bijna aan de oppervlakte en daaronder zand en leem op eene zóó vreemdsoortige wijze door elkander gewerkt, dat eene nauwkeurige schets der doorsnede niet te maken was. Ook boven op de zuidelijke helling van het zuidwestelijk einde van dezen wal * zag ik, hier onder een 1.50 M. dikke keizandbedekking, eene zóó veelvuldige afwisseling van zand- met leemlaagjes en deze op eene zóó samengestelde wijze geplooid, gebogen en in elkander gedrukt, dat slechts door eene photographische afbeelding de hier ontwikkelde bouw zou kunnen worden weergegeven.

De grootste storingen kwamen echter bij een onderzoek der steilere noordelijke helling der beide wallen aan het licht. In de diepe geulen, die het regenwater aan deze zijde van den Havelterberg heeft doen ontstaan, werden toch meerdere gravingen verricht. Niet alleen werden op geen enkel punt die regelmatige plooiïngen en golvingen in den ondergrond van het keileem of het keizand aangetroffen, die de zuidelijke helling der beide wallen kenmerken, doch zóó samengestelde doorelkanderknedingen werden waargenomen, dat twee in elkaars onmiddelijke nabijheid gelegen punten overal de meest verschillende doorsneden opleverden.



Schaal 1 : 30.

In de hiernevens afgebeelde doorsnede bijv. die ik door eene graving in de diepe geul verkreeg, welke zich tegenover de grootste der beide aan den voet van den Havelterberg ge-

* Aan den Steenwijker straatweg, nl. 60 M. van het kruispunt met den weg naar Busselte verwijderd.

Digitized by Google

legen Hunnebedden bevindt, zien wij het keizand, dat den bovengrond vormt, in een ruw leemachtig, rood zand overgaan, waardoor zich een strook van een uiterst harde steenpakking heen kronkelt, die in de rechterhelft der doorsnede afgebroken is en uit grootendeels scherpkantige, doch somwijlen ook duidelijk rondafgeschuurde steenbrokken samengesteld is, welke dan eens in een uiterst ruw leemachtig zand ingesloten liggen, dan weder door een rood, vet leem aan elkander gebakken zijn. Behalve door deze steenpakking wordt het leemachtig zand door twee eenigzins gegolfde lichtgekleurde zandlaagjes doorsneden, die aan de werking van het smeltwater moeten worden toegeschreven.

Het zou overbodig zijn, hier ook de overige profielen, die wij aan de noordelijke helling van den Havelterberg bestudeerden, te beschrijven en af te beelden. Het zij voldoende op te merken, dat echte steenpakkingen hier overwegend zijn en het keileem daarentegen op den achtergrond treedt, en dat in deze steenpakkingen veelal metergroote keien, doorgaans uit graniet gevormd, worden aangetroffen, die somwijlen fraai gepolijst zijn en enkele malen duidelijke gletscherkrassen vertoonen.

Alle verschijnselen, die ik bij het onderzoek naar den bouw en de samenstelling der beide wallen leerde kennen, wijzen er dus op, dat deze aanzienlijke bodemverheffingen aan ontzaglijke drukwerkingen haar ontstaan te danken hebben gehad. De veel steilere noordelijke hellingen dezer wallen — het volkomen ongelaagde keileem, dat hier en daar nog als één samenhangende bank een groot deel der zuidelijke hellingen bedekt — het grooter worden der storingen in den ondergrond, hetwelk men waarneemt, wanneer men zich van den voet der zuidelijke of zuidoostelijke hellingen over den top naar den voet der noordelijke of noordwestelijke hellingen begeeft — de standvastigheid, die wij ten opzichte van de richting der plooien opmerken — het overwegend voorkomen der steenpakkingen aan de noordzijde der wallen — de talrijke schuursteenen, die in het leem dezer hoogten ingesloten zijn — uit dit alles blijkt ten duidelijkste, dat de gletscher hier als een sneeuwploeg gewerkt en zijn onderlaag in zuidelijke richting tot een wal heeft samengeschoven.

Terwijl dus de beide hier besproken aanzienlijke bodemverheffingen aan den eenen kant eene zeer groote overeenkomst vertoonen met de kleine, het einde der Noorweegsche gletschers omringende, doch slechts plaatselijk ontwikkelde wallen, welke verscheidene jaren geleden door PENCK beschreven zijn *, aan den anderen kant leerden wij

* Die Gletscher Norwegens (*Mittheil. d. Ver. f. Erdk.* Leipzig 1870).

Digitized by Google

ook eene eigenschap van echte eindmorainen kennen nl. de ontzaglijke menigte steenen, welke deze wallen bedekken (keibestrooiing).

Ik meende dus de steenwallen van West-Drenthe bij de kaarteering van dit kleine gebied niet bij het Morainenlandschap te mogen voegen, echter evenmin als echte eindmorainen te mogen aangeven, doch betitelde ze als „aan steenen rijke boogvormige wallen met eindmorainentype".

De steensoorten, welke ik in het keileem of het keizand van de hier beschreven terreinvormen ingesloten vond, werden tot hiertoe met stilzwijgen voorbijgegaan. Hoewel de tijd mij ontbroken heeft, om een zóó nauwkeurig onderzoek hieromtrent in te stellen als voor de ouderdomsbepaling van het West-Drentsche keileem wel wenschelijk was, toch mag een enkel woord over dit onderwerp in deze mededeelingen niet ontbreken. Ik begin met de *kristallijne gesteenten.*

Gelijk te verwachten was, is, na vuursteen, *graniet* weder het rijkst vertegenwoordigd gesteente. In talrijke verscheidenheden ligt het over de heidevelden verspreid of is het in het keileem ingesloten; in laatstgenoemde vorming schijnt het zelfs nog talrijker te zijn dan in het keizand, hetgeen uit de gemakkelijke verweerbaarheid van sommige verscheidenheden verklaard kan worden. De reusachtige blokken, die ik in zoo grooten getale in de beide boven besproken, aan eindmorainen herinnerende, wallen vond ingesloten, zijn bijna zonder uitzondering granieten en behooren voor het meerendeel tot de fijnkorrelige varieteiten. Voornamelijk werd bij het onderzoek op die verscheidenheden gelet, welke gemakkelijk te herkennen zijn en die in het noorden eene beperkte verspreiding bezitten. *Alandgraniet* en *Alandrapakivi* bleken in dit gebied voor te komen, en wel het eerste in grooten getale te Uffelte, waar het met rood porfier en rooden zandsteen de gelijkmatig roode tint der steenhoopen veroorzaakt, terwijl van de tweede verscheidenheid slechts twee brokken gevonden werden, nl. een in het keileem van Uffelte en een in den Havelterberg.

Porfier werd, gelijk gezegd, in tallooze brokstukken te Uffelte gevonden, doch is overal elders in dit gebied weinig talrijk; de meeste brokstukken behooren tot de *Elfdalensche porfier*, slechts enkelen vertoonden de eigenschappen van *Alandporfier.*

Een nog geringere verspreiding dan porfier bezitten de *diabaas*gesteenten; een groenachtig grauwe verscheidenheid van den Bisschops-

Digitized by Google

berg komt met de door SCHROEDER VAN DER KOLK beschreven * *kongadiabaas* van Skåne in Zweden overeen, terwijl een andere, uit het keileem van Uffelte, makroskopisch met de door denzelfden schrijver te Steenwijkerwold gevonden diabaas † overeenstemt.

Na *gneiss* en *glimmerschiefer*-gesteenten, die in westelijk Drenthe vrij schaarsch zijn en voor eene herkomstbepaling van geringe waarde zijn, willen wij ten slotte melding maken van een fraaien *granuliet*, hoewel deze niet in het door mij gekaarteerde gebied, doch in het keizand van het naburige Ruinen gevonden is; het platte, aan de oppervlakte grijswitte, donkergrijs gestreepte, en hier en daar roodgestippelde brokstuk bestaat uit een geelgekleurd uiterst fijnkorrelig mengsel van orthoklaas en kwarts, waardoor in evenwijdige richting uiterst dunne grijswitte kwartslamellen heenloopen en waarin hier en daar, — 1 mm. groote, roode granaatjes verspreid liggen. Onder de gesteenten van den „Schulauer Ufer" wordt ook door ZEISE § een granuliet vermeld, hoewel hij evenmin als ik in staat was, omtrent zijne herkomst eenig vermoeden uit te spreken.

Van de gesteenten uit *sedimentaire vormingen* is, na vuursteen, zandsteen het rijkst vertegenwoordigd. Onder de talrijke verscheidenheden, waarin dit gesteente in het diluvium van westelijk Drenthe optreedt, trekt een meestal in platte brokstukken voorkomende roode kwartsietachtige zandsteen in de eerste plaats onze aandacht, die met den *rooden*, in Zweden en Finland zeer verspreiden, *Cambrischen zandsteen* gelijkgesteld moet worden. Zijne korrelgrootte is zeer verschillend; dan eens zijn de korrels uiterst klein ($^1/_{10}$—$^1/_2$ mM.) dan weder bereiken zij eene zoodanige grootte (1 mM.—1 cM.), dat het gesteente in een conglomeraat overgaat. Tusschen de lichtroode kwartskorrels, die het hoofdbestanddeel vormen, liggen somwijlen witte veldspaathkorrels verspreid, die den zandsteen een witgespikkeld uiterlijk geven en die in de conglomeraten de grootte van 1 cM. kunnen bereiken.

Deze zandsteenen, die ook door VAN CALKER uit het diluvium van Groningen vermeld worden * en die volgens WIIK uit Satakunta in Finland afkomstig kunnen zijn, zijn te Uffelte zóó talrijk (zie boven), dat zij de vuursteenen op den achtergrond doen treden.

Onder de zandsteenen, aan wier Cambrischen ouderdom niet te

* Bijdragen tot de kennis der verspreiding onzer kristallijne zwervelingen. *Akademisch proefschrift.* Leiden 1891, blz. 82.

† l. c. pag. 87.

§ Beitrag zur Kenntnis der Ausbreitung, sowie besonders der Bewegungsrichtungen des nordeuropäischen Inlandeises in diluvialer Zeit. Königsberg in Pr. blz. 48.

Digitized by Google

twijfelen valt, moet in de tweede plaats de bekende *Skolithuszandsteen* van Zuid-Zweden genoemd worden. Ook in dit deel van Drenthe schijnt deze zandsteen niet zeldzaam te zijn, daar ik behalve eenige kleinere fragmenten (o.a. te Uffelte) een schoon bijna 2 dM. groot brok (n.l. op den Havelterberg) verzamelde.

Doch ook uit jongere formatien afkomstige zandsteen schijnt in dit gebied voor te komen. Zoowel op den Havelterberg als op den Bisschopsberg werd n.l. een geel- of groengrijze doorgaans fijne zandsteen aangetroffen, die nu eens zeer broos is, dan weder door het kiezelachtig cement, waarmede de grijze kwartskorrels verbonden zijn, in kwartsiet overgaat. Tusschen de kwartskorrels liggen echter in alle brokstukken glaukonietkorrels verspreid, die, wanneer zij talrijk zijn, aan het gesteente een duidelijk groene tint geven en waarbij zich somwijlen nog witte glimmerblaadjes voegen, welke in de gele verscheidenheid vrij groot en door verweering bruinrood gekleurd zijn.

Gelijksoortige zandsteenen nu komen in het krijt van Schonen (IJstadtgebied) en van de Deensche eilanden Seeland, Falster en Bornholm zeer verspreid voor — in een gebied dus, waaruit ook de talrijke vuursteenen, die over de heidevelden van West-Drenthe verspreid liggen, afkomstig zijn.

Uit ditzelfde gebied zijn ongetwijfeld ook de geisoleerde koralen aangevoerd, die in het keizand van het naburige Ansen gevonden zijn en die ik aan de vriendelijkheid van den hoofdonderwijzer, den Heer L. DE BOER, te danken heb. Het gesteente waarin deze fossielen ingesloten zijn geweest en waarvan aan een der brokstukken nog eenige sporen waar te nemen zijn, was een licht-geelgrijze kalksteen, welke behalve eene aanzienlijke hoeveelheid kleine halfdoorschijnende kwartskorrels, eenige vleeschkleurige veldspaathstukjes en andere brokstukken van oude kristallijne gesteenten insluit en dus een zeer groote overeenkomst met eenige krijtgesteenten vertoont, die in het zuiden van Zweden ontwikkeld zijn en wel in het bijzonder met de zoogenaamde „Trümmerkalk" van Ignaberga in het Christiaanstadgebied.

Onder de gesteenten van het West-Drentsche diluvium is *vuursteen* in zijne talrijke verscheidenheden weder het rijkst vertegenwoordigd. Dan eens wordt het in tot 2 dM. groote knollen, dan weder in kleinere scherpkantige brokstukken, doch nergens in gerolden toestand (als „Wallsteine") aangetroffen.

---

* Diluviales aus der Gegend von Neu-Amsterdam (*Zeitschr. d. d. geolog. Ges.* 1885) blz. 785, en: Beiträge zur Heimathsbestimmung der Groninger Geschiebe (*Zeitschr. d. d. geol. Ges.* 1889), blz. 391.

Digitized by Google

Ook dit gesteente is niet zoo regelmatig over het noorden van ons land verspreid, als de opgaven van vroegere schrijvers wel zouden doen vermoeden, en het schijnt mij toe, dat ook eene nauwkeurige vergelijkende studie der verschillende vuursteenverscheidenheden uit het Nederlandsch diluvium eene bijdrage kan leveren tot de kennis van de richting der gletscherstroomen. Zoo zochten wij te vergeefs naar de kenschetsende witgevlekte vuursteenen uit het Christiaanstadgebied in Schonen, welke in Gaasterland zoo menigvuldig zijn *, terwijl de gele bryozoenvuursteen, die op den Havelterberg en den Bisschopsberg in menigte voorkomt, daarentegen in het vlakke keileemgebied veel zeldzamer bleek te zijn en voornamelijk door de zwarte en donkergrijze verscheidenheden vervangen scheen te worden. Aan toeval kan het dus niet worden toegeschreven, dat bijna alle versteeningen, die wij hetzij afzonderlijk voorkomend, hetzij nog in vuursteen ingesloten vonden, uit het ten noorden van Havelte gelegen heideveld afkomstig zijn. In het volgende lijstje vindt men de voornaamste dier organische overblijfselen vermeld:

Spongia.

Geisoleerde verkiezelde sponzen zijn niet zeldzaam. Met zekerheid kon een exemplaar als een *Jerea* spec. bepaald worden.

Crinoidea.

Afdrukken van steelgeledingen (somwijlen van steelbrokstukken) van *Pentacrinus cf. Bronnii* Hag, zijn in den vuursteen zeer algemeen. Wij troffen deze overblijfselen uitsluitend in de lichtgeklenrde, aan bryozoën rijke verscheidenheden aan. Een brokstuk bevat den afdruk van de centrodorsaalplaat eener crinoïdensoort.

Echinoidea.

Cidaris. Afdruk van een brokstuk der schaal in gelen vuursteen en een onduidelijke stekel in een donkergrijze varieteit.

Ananchytes ovata Lesk. spec. Deze soort is zeer algemeen en komt in exemplaren van verschillende grootte en doorgaans als steenkernen voor. Eenmaal vonden wij deze soort nog met gedeeltelijk goed bewaarde schaal in een zwarten vuursteen ingesloten.

Discoidea spec. Als steenkern vertegenwoordigd.

Lamellibranchiata

Pecten. In verschillende soorten werd dit geslacht in meer of minder goed bewaarden toestand aangetroffen; onder deze mag o. a de fraaie afdruk van een *Amusium* spec. genoemd worden.

---

* H. van Cappelle. Eenige mededeelingen betreffende de Gaasterlandsche kliffen. Bijdrage tot de kennis van Frieslands bodem II. (*Tijdschr. v. h. Kon. Ned. Aardr. Gen.* 1890) blz. 791.

Digitized by Google

Lima spec. In donkergrijzen vuursteen.

Mytilus spec. Steenkern, in zwarten vuursteen.

Brachiopoda.

Deze groep is in onze verzameling door het geslacht *Terebratula* vertegenwoordigd, meestal in afdrukken of als steenkernen voorkomende.

Bryozoen. Deze zijn in talrijke exemplaren, vooral in lichtgekleurden vuursteen ingesloten. Gele vuursteen met talrijke bryozoen („Ockergelber Bryozoen-Feuerstein", Gottsche) is vooral op of in de omgeving van den Bisschopsberg menigvuldig.

Pisces. Afdruk eener *Teleostier*schub in lichtgrijzen vuursteen.

Witte kwarts is in het door mij gekaarteerde gebied vertegenwoordigd, doch meer niet; op de zuidelijke helling van den Havelterberg, in het keizand van Uffelte en op den Bisschopsberg n.l. werd dit gesteente door ons aangetroffen. De brokstukken, die eene grootte van 3—7 c.M. bezitten, zijn allen fraaigerold — eene eigenschap die voor onze meening pleit, dat zij uit het Zuiden zijn aangevoerd en later uit den ondergrond in het keileem werden opgenomen.

De *sphaerosideriet*-knol, die het keileem van den Bisschopsberg insloot, kan uit eene zuidelijke vorming afkomstig zijn, hoewel zijn oorsprong uit de liaslagen van noordwestelijk Schonen en Bornholm waarschijnlijker is.

De uitkomsten van ons vluchtig onderzoek naar de herkomst der gesteenten uit het West-Drentsche keileem, komen dus in het kort op het volgende neer:

1°. De gesteenten zijn voor het meerendeel uit het Zuiden van Zweden en van de Deensche eilanden afkomstig.

2°. Typische Noorweegsche gesteenten schijnen te ontbreken of zeer zeldzaam te zijn.

3°. Noch ondersilurische noch bovensilurische zwervelingen konden in het diluvium van westelijk Drenthe ontdekt worden.

4°. Alandsgesteenten, wellicht ook Finlandsche gesteenten, komen niet zeldzaam voor en zijn op sommige plaatsen zelfs sterk vertegenwoordigd.

5°. Gesteenten van zuidelijken oorsprong ontbreken in het gekaarteerde gebied niet geheel.

Zijn dus de weinige gegevens, die ik omtrent de herkomst der noordelijke zwervelingen getracht heb te verzamelen, na de onder-

Digitized by Google

zoekingen van VAN CALKER *, LUNDBOHM †, SCHROEDER VAN DER KOLK § en ZEISE ** niet voldoende om te beslissen of het keileem van West-Drenthe de moraine van het jongste landijs, dan wel eene afzetting van den oudsten Baltischen ijsstroom is, — hoewel zij meer voor de laatste dan voor de eerste meening pleiten, — ook de sporadische gesteenten, aan welke een zuidelijke oorsprong moet worden toegeschreven, kunnen niet meer als bewijsstukken voor zijnen onderdiluvialen ouderdom gelden. Immers heb ik onlangs aangetoond, dat in het oosten van Overijssel na de afsmelting van het oudste landijs weder zuidelijk en oostelijk materiaal tot afzetting gekomen is ††. De mogelijkheid is dus niet buitengesloten, dat gedurende het tijdperk, waarin de interglaciale afzettingen van Noord-Duitschland gevormd werden, brokstukken van zuidelijke gesteenten onze noordelijke provincien bereikt hebben, en later door het keileem van de tweede ijsbedekking opgenomen zijn geworden. Behalve door de aanzienlijke dikte, die de grondmoraine in het gekaarteerde gebied bezit, kon echter door eene studie van den bodem, waarop deze vorming zich ontwikkeld heeft, de onjuistheid dezer onderstelling worden aangetoond — dus het bewijs geleverd worden, dat ook dit deel van ons vaderland slechts éénmaal een ijsdek gedragen heeft.

Ondergrond van het keileem.

Door een twaalftal boringen is de ondergrond van het keileem of van het daaruit door uitspoeling gevormde keizand in den omtrek van het vlakke keileemgebied bekend geworden. Drie van deze boringen werden ten zuiden van den Bisschopsberg (op het gebied van het morainenlandschap) en 2 ten zuiden en ten noorden van Meppel (op het gebied van STARING's Zanddiluvium) verricht, terwijl onlangs bij gelegenheid van den bouw van twee nieuwe sluizen in de Drentsche Hoofdvaart nabij de tweede Uffeltersluis en de Haveltersluis (dus eveneens op het gebied van het Zanddiluvium) 6 boringen plaats hadden. Van de 5 eerste werd vroeger reeds uitvoerig melding gemaakt §§, terwijl van de 6 laatstgenoemde reeds een kort

* Die zerquetschten Geschieben und die nähere Bestimmung der Groninger Moränenablagerung (*Zeitschr. d. Deutsch. geolog. Ges.* 1889 blz. 344—358.)

† Om den äldre baltiska isströmen i södra Sverige (*Geol. Fören. Förh* X, 3, 1888, blz. 157—189).

§ l. c.

** l. c.

†† Geologische resultaten enz. l. c. blz. 23 enz.

§§ Geologische resultaten enz. l. c.

Digitized by Google

verslag door mij werd uitgebracht †. N_o. 12 eindelijk was een 4 M. diepe handboring aan den zuid-rand van den Binnenesch, ten Z.O. van het dorp Havelte (op het gebied van het Morainenlandschap) en werd door mij nuttig geoordeeld, toen, bij een daar ter plaatse verrichte graving, de onderste grens van het keileem bereikt was.

Al deze boringen nu leerden onder de moraine eene zandvorming kennen, die grootendeels uit eene herhaalde afwisseling van, nu eens zuiver, dan weder leemachtig zand, is opgebouwd, waarmede talrijke brokstukken van noordsche gesteenten gemengd zijn en die dus als eene afzetting der gletscherbeken van het naderende landijs beschouwd moet worden.

Terwijl nu op de meeste punten in het onmiddelijk onder de grondmoraine liggende zand nog hier en daar eenige grootere brokstukken (— 4 cM.) van graniet, vuursteen en andere gesteenten van noordschen oorsprong werden aangetroffen (die echter met de diepte in aantal en grootte langzaam afnemen) zien wij in de diepere boorpunten daarentegen onder dit zuiver noordsche zand kleine witte kwartsen optreden, die naar beneden gaandeweg grooter en talrijker worden en eindelijk de brokstukken van ontwijfelbare noordelijke herkomst geheel verdringen.

Kan dus aan den zuidelijken oorsprong dezer witte kwartsen niet getwijfeld worden en maakt dus ook in West-Drenthe, gelijk vroeger reeds werd aangetoond §, het glaciaal gelaagd Skandinaafsch diluvium achtereenvolgens voor glaciaal gelaagd gemengd diluvium en voor praeglaciaal diluvium plaats, nergens zagen wij in de diepte een tweede keileembank ontwikkeld. Wel was in een der boorpunten nabij de Uffeltersluis en in de doorsnede, die door de genoemde handboring verkregen werd, onder het keileem of het daaruit gevormde keizand, een ± 2 M. dikke noordsche zandafzetting en daaronder weder zand met talrijke, tot 7 cM. groote, noordsche steenbrokken ontwikkeld, doch de duidelijk gerolde vorm der zandkorrels en der meeste steenen, benevens de aanwezigheid in dit zand van enkele stengeldeelen van *Gramineën*, doen ons ook deze vorming als eene afzetting der gletscherbeken beschouwen.

Doch al beschouwden wij dit laatste zand als eene uitgespoelde grondmoraine, ook dan nog zou dit *zeer plaatselijk* voorkomen van twee grondmorainen boven elkander slechts door eene onaanzienlijke oscillatie verklaard mogen worden, die het landijs, waaraan het keileem

---

* Rapport omtrent eenige in de gemeente Havelte (Drenthe) verrichte grondboringen. (*Versl. en Meded. Kon. Akad. v. Wetensch.* Amsterdam 1891, blz. 68—70.

† Geologische resultaten enz. l. c. blz. 7—17.

van West-Drenthe zijn ontstaan te danken heeft gehad, hier en daar ondergaan heeft. Op dezelfdewijze verklaarde ik vroeger het plotseling optreden bij een der diepere boringen in dit gebied van een bijna uitsluitend noordelijk materiaal bevattend zand onder een zuiver zuidelijk diluvium door eene oscilliatie van den, op een nog grooteren afstand liggenden ijsrand * en ik was toen evenmin in staat om in dit verschijnsel het bewijs voor twee verschillende gletscherbedekkingen te zien.

Kon zelfs het voorkomen in deze zuidelijke vorming van eene, aan grasoverblijfselen rijke, meerafzetting mij niet doen besluiten, haar eenen interglacialen ouderdom toe te kennen, twee der nabij de Uffeltersluis verrichte boringen leverden het bewijs, dat op nog korteren afstand van den ijsrand planten gedijen konden, die slechts in een gematigd klimaat tehuis behooren.

De uitgespoelde grondmoraine, die hier op een diepte van ± 2 M. onder fijn zand (Zanddiluvium) gelegen is, gaat nl. in een der boorpunten (45 M. beneden de oude schutssluis en 40 M. van het kanaal verwijderd) langzaam in glaciaal zand over, dat als eene afzetting der gletscherbeken van het naderende landijs moet beschouwd worden. Naarmate het zand dieper ligt, wordt het leemgehalte geringer, en worden de korrels kleiner en ronder, terwijl de ingemengde brokstukken van noordelijke gesteenten in aantal en grootte afnemen. Op een diepte van 5.25 M. onder het maaiveld nu treden in dit zand zoowel makroskopische als mikroskopische plantenoverblijfselen op, die met de diepte talrijker worden en 5.75 M. onder de oppervlakte door eenige veenstukjes en verveende houtfragmenten vergezeld worden, onder welke een 4 cM. groot stukje met zekerheid als hout van den eik (*Quercus* (robur?)) herkend kon worden. Evenals in Schonen liggen deze plantenoverblijfselen dus aan de onderste grens van het leemhoudend zand, dat onmiddelijk door de gletscherbeken moet afgezet zijn.

Op een diepte van 5.90 M. volgt nu op deze vorming een fijne zandige blauwe klei, die behalve talrijke uiterst kleine zilverwitte micaplaatjes, makroskopische en mikroskopische plantenoverblijfselen bevat, onder welke zich een goed bewaarde vrucht van den hazelnoot (*Corylus Avellana* L.) en eenige schilfertjes dennenhout bevonden. Naar beneden wordt deze klei langzaam vetter (tot een diepte van 7 M.) om daarna echter weder door toename van het zandgehalte ongemerkt in leemachtig zand over te gaan, dat op een diepte van 10 M. nog eenige — ½ cM. groote vuursteen- en granietbrokjes bevat.

---

* Geologische resultaten enz. l. c. blz. 13—15.

Digitized by Google

Hebben wij dus ook op dit punt van West-Drenthe met eene meerafzetting te doen, uit de ligging dezer klei op eene geringere diepte onder de grondmoraine en *te midden* eener zandvorming, wier oorsprong aan de gletscherbeken van het naderende landijs moet worden toegeschreven, blijkt dat zij op korteren afstand van den ijsrand gevormd moet zijn en dus jonger is dan de gelijksoortige vroeger door ons beschreven zoetwatervorming onder Meppel.

Tot kort voor de aankomst der gletschers in deze streken schijnen dus planten te hebben kunnen gedijen, die in een gematigd klimaat tehuis behooren. Blijkt uit dit feit dus weder, dat wij ons in midden Europa gedurende den ijstijd geen arctisch klimaat moeten denken, en steunt het de meening volgens welke eene verlaging van het tegenwoordige temperatuur-gemiddelde van slechts weinige graden voldoende zou zijn, om in vereeniging met eene grootere vochtigheid der lucht weder een ijstijd te doen ontstaan, wij leeren er tevens uit, dat de plaatselijke ontwikkeling tusschen twee keileembanken van eene afzetting met overblijfselen eener gematigde flora ons nog niet tot eene tweemalige ijsbedekking zou mogen doen besluiten.

Terwijl wij nu ook nog in het tweede boorpunt (50 M. beneden de oude sluis en slechts 2 M. van het kanaal verwijderd) deze merkwaardige meerafzetting aantroffen, welke echter hier 0.85 M. dieper onder de uitgespoelde grondmoraine ligt, merkten wij in het derde boorpunt (140 M. beneden de oude sluis en 2 M. van het kanaal verwijderd) onder de laatstgenoemde vorming nog slechts enkele ½ cM. dikke laagjes blauwe klei te midden van het noordsche zand op — verschijnselen, waaruit de ontwikkeling der boven besproken klei in een bekkenvormige diepte in dit zand voldoende blijkt.

Ten slotte dient nog vermeld te worden, dat ik in de onderste lagen, zoowel in deze drie boorpunten als in die nabij de oude Havelter schutssluis, talrijke stengel- en bladfragmenten van *Gramineën* en *Cyperaceën*, benevens eenige kelkkafjes dezer planten, begraven vond; en dat ik, evenals in de vroeger door mij beschreven boorpunten van westelijk Drenthe, de witte kwartskorrels naar beneden overal in grootte en aantal zag toenemen.

De verschijnselen, die de zes hier in het kort besproken boorprofielen aan het licht hebben gebracht, zijn dus volkomen in overeenstemming met de uitkomsten, welke een zestiental in de noordelijke provinciën van ons land verrichte grondboringen reeds hadden opgeleverd, en die ik zooeven nogmaals in herinnering meende te moeten brengen (blz. 22). Werden n.l. in geen der in de volgende tabel vermelde boringen twee grondmorainen boven elkander

Digitized by Google

Plaats der boring.	Aantal boringen.	Diepten.	Litteratuur.
Sneek.	2	126 en 132 M.	J. LORIÉ. Contrib. etc. l. c. blz. 94—96 en H. v. CAPPELLE. Quelques observ. s. l. Quat. anc. d. l. nord d. Pays-Bas. (*Bull. d. l. Soc. Belge de Géol. d. Paléont. et d' Hydr.* T. II. 1888.
Oosterlittens.	1	48 M.	H. v. C. *Versl. en Meded. Kon. Akad. v. Wetensch.* 1892.
Oenkerk.	1	40 M.	H. v. C. Quelques observations etc. l. c.
Assen.	3	48.5—75.15 M.	J. LORIÉ. l. c. blz. 94.
Zuidbroek.	1	59 M.	" " " "
Bisschopsberg.	4	11—21 M.	H. v. CAPPELLE. Geol. result. etc. l. c.
Meppel.	2	14 en 28.35 M.	" " " "
Uffelte.	3	10 M.	H. v. CAPPELLE. Rapport omtrent enz. l. c.
Havelte.	3	10 M.	" " " "
Dedemsvaart.	1	32.50 M.	J. LORIÉ. l. c. blz. 94.
Ommerschans.	1	27.90 M.	J. LORIÉ. Nieuwe Provinciale Drentsche en Asser Courant van 27 Mei 1890.

en gescheiden door eene interglaciale vorming waargenomen, en kan dus de meening eener tweemalige ijsbedekking, wat betreft ons land, als voldoende wederlegd beschouwd worden, aan het einde van dit opstel zal nog een ander verschijnsel besproken worden, hetwelk slechts eene bepaling van het West-Drentsche keileem als de grondmoraine van het oudste landijs toelaat (zie blz. 34).

Moeten de gesteenten van zuidelijken oorsprong, die het keileem of het keizand hier en daar bleek te bevatten, dus uit eene gedurende het overgangstijdperk van den praeglaciaal- in den glaciaaltijd door de snellerstroomende rivieren, hetzij met of zonder medewerking der gletscherbeken, gevormde afzetting opgenomen zijn, de zeldzaamheid dezer gesteenten in het door mij gekaarteerde gebied kan deels door de groote dikte, die het keileem er bezit, deels door de ontwikkeling van glaciaal gelaagd skandinaafsch diluvium tusschen de grondmoraine en het glaciaal gelaagd gemengd diluvium verklaard worden.

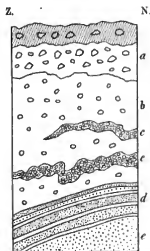
Hoewel ik reeds in een vorig opstel * op de verschillen, die in dit opzicht tusschen West-Drenthe en de ten oosten er aan grenzende landstreek bestaan, de aandacht vestigde, toch wil ik naar aanleiding van eene doorsnede, die ik onlangs nabij Echten kon bestudeeren, hier nogmaals op dit punt terug komen, daar het de

* Sur les rapports etc. l. s. 73—77 en Over de betrekking tusschen het gemengd en het Skandinaafsch diluvium en over gemengd diluvium in Midden-Drenthe (*Hand. v. h. 3e Ned. Nat. en Geneesk. Congr.* 1891, blz. 381.

Digitized by Google

juistheid der door mij ontwikkelde denkbeelden beter bewijst, dan de l. c. beschreven doorsnede van ten Aarloo. Toen ik nl. het heideveld betrad, dat zich aan weerszijden van den straatweg naar Ruinen uitstrekt, vielen mij weder de talrijke witte kwartsen in het oog, die op den bodem nevens granieten, vuursteenen en andere gesteenten van noordelijken oorsprong verspreid liggen Niet twijfelende of eene diepe ingraving zou hier eenzelfde verschijnsel aan het licht brengen, als ik door bovengenoemde doorsnede leerde kennen — nl. eene geringe dikte der grondmoraine en de ligging van glaciaal gelaagd gemengd diluvium of praeglaciaal diluvium nabij de oppervlakte — besloot ik aan den voet van een loodrechten wand, die door afgraving van een strook heidegrond verkregen was en die op ± 20 M. van den straatweg en op korten afstand van den spoorbaan verwijderd lag, eene ingraving te doen.

De doorsnede, die hierdoor zichtbaar werd en die ik hiernevens op een schaal van 1 : 25 afgebeeld heb, gaf onder een slechts 0.40 M. dikke keizandbedekking (*a*) — die, behalve de gewone noordsche gesteenten, een groote hoeveelheid witte kwartsbrokken insloot en die ongetwijfeld door atmospherische werking uit keileem gevormd is — een geel zand (*b*) te zien, waarin talrijke witte kwartsrolsteentjes ingesloten waren, doch die geen spoor van eenig noordelijk gesteente bleek te bevatten.



Schaal : 1 : 25.

Dit zand, dat door twee duidelijk gegolfde, bijna uitsluitend uit gerolde witte kwartsen samengestelde, grintlaagjes (*c*) afgewisseld werd, bleek op eenige vrij sterk naar het zuiden hellende zandlaagjes (*d*) te rusten, die in kleur van elkander verschillen, en die op hunne beurt weder op een fijn zand (*e*) liggen, welks witte kleur van de talrijke er mede gemengde witte kwartskorrels afkomstig is.

De oorzaak der verschillen, welke ik ten opzichte van de samenstelling en de orographische gesteldheid des bodems tusschen het kleine gekaarteerde gebied en de ten ZO er aan grenzende landstreek leerde kennen, moet dus uitsluitend in den aard en de configuratie van het onderliggende zandterrein gezocht worden: hier toch zagen wij de grondmoraine op een weinig heuvelachtig zandterrein rusten, dat als eene afzetting van zuidelijke stroomen, met of zon-

Digitized by Google

der medewerking der uit den ijsrand stroomende gletscherbeken beschouwd moet worden en vonden wij dus in het keileem of het daaruit gevormde keizand talrijke zuidelijke steenen ingesloten; daar troffen wij tusschen deze afzettingen en het keileem eene slechts door de gletscherbeken afgezette zandvorming aan, die zich in het westen tot hooge heuvels verheft, waarop de terugtrekkende gletschers tijdelijk tot stilstand kwamen en de karakteristieke landschapsvorm zich ontwikkelde, die ik onder den naam van morainenlandschap beschreven heb.

Het Heidezandgebied.

Het belangrijkste verschijnsel, dat ik gedurende mijn onderzoek van het West-Drentsche diluvium leerde kennen, is wel de groote oppervlakte, die er door eene vorming wordt ingenomen, welke, hoewel op de grondmoraine rustende, een grooteren ouderdom bezit dan het fijne zand, hetwelk de dalen ten oosten en ten westen gedeeltelijk heeft opgevuld en zich zuid- en zuidwestwaarts onder de alluviale vormingen voortzet (*Zanddiluvium* van STARING).

Deze *oudere* zandvorming stelt, gelijk reeds werd opgemerkt, een gebied samen, dat volkomen het kenmerk draagt van het heidezandlandschap van het Noord-Duitsche diluvium. Niet alleen omdat het bijna uitsluitend uit fiju zand bestaat, maar ook wegens de afwisseling, die wij er aantreffen van nagenoeg vlakke met heide bedekte en zeer heuvelachtige met dennen* begroeide terreinen, en wegens de eigenaardige rangschikking der zandheuvels, vormt dit gebied een scherpe tegenstelling met de beide in de vorige bladzijden behandelde landschapsvormen.

Terwijl wij de groepeering der heuvels van het morainenlandschap onmogelijk door de opbouwende en uitschurende werking van geweldige waterstroomen, doch slechts door opploeging van de heen en wedergaande ijsmassa's verklaren konden, kunnen de veel lagere heuvels van het heidezandgebied slechts door sterkstroomende wateren opgeworpeu zijn. Reeds de opmerkzame wandelaar moet in de diepe, dikwijls kronkelende gleuveu, die op talrijke plaatsen tusschen de heuvels worden aangetroffen, dalen herkennen, waardoor waterstroomen zich eertijds een uitweg baanden. Konden wij deze zoogenaamde drooge dalen zelden over eene grootere lengte dan 40 M. vervolgen en slechts enkele malen eene duidelijke vertakking waar-

* Overal in West-Drenthe kondigt dennenbosch heidezandterrein aan.

Digitized by Google

nemen, overal doen zij zich echter als afgesnoerde brokstukken van een oorspronkelijk goed ontwikkeld stroomstelsel voor, hetgeen door herhaalde stroomverlegging onkenbaar geworden is.

Waren deze oude stroombeddingen, evenals in het diluvium van Noord-Duitschland, ook hier in de onmiddelijke nabijheid der hoogste bodemverheffingen van het morainenlandschap het duidelijkst bewaard gebleven — o. a. in het zeer heuvelachtige zandterrein van Uffelte — ook de gestrekte dalmeeren („Rinnenseen") ontbreken in het heidezandgebied van West-Drenthe niet, en hebben ook hier tot het ontstaan van veentjes aanleiding gegeven, waarvan sommige nog in staat van wording verkeeren („Konynenbergen" ten oosten van Havelte), anderen daarentegen reeds uitgeveend zijn (ten oosten van den Havelterberg). In de maand Juni vormen deze veentjes, wanneer zij met de helder witte vlokken van het uitgebloeide wollegras als bezaaid zijn, met het donkere dennengroen der heuvels een waarlijk verrassende tegenstelling. Aanleiding tot het ontstaan dezer meertjes was de ligging van het voor water ondoordringbare keileem in de diepte tusschen de heuvels nabij de oppervlakte, gelijk door gravingen kon worden aangetoond. Zag ik hier en daar, waar de heuvels lager zijn en meer uiteengespreid liggen, het keileem zelfs aan de oppervlakte ontwikkeld, gelijk ik op het schetskaartje heb aangegeven, op de meeste plaatsen bezit het jongere zand echter een zóó groote dikte (3—7 M.), dat de onvruchtbare zandbodem het water niet kan vasthouden en tot bouwgrond ten eenenmale ongeschikt is.

Uit deze groote verschillen in de bodemgesteldheid tusschen het heidezandgebied en het morainenterrein kunnen de belangrijke verschillen, die wij ook hier* niet alleen ten opzichte van de dichtheid der bevolking doch ook van de bevolkingswijze waarnemen, verklaard worden. In het heidezandgebied toch met zijne betrekkelijk kleine bevolking vindt men de weinige afgezonderd liggende dorpen uit onmiddelijk aan elkander grenzende hofsteden gevormd, terwijl zoowel in het vlakke keileemgebied als in dat van het morainenlandschap met hunne veel dichtere bevolking, de verschillende hofsteden ver van elkander verwijderd liggen, en van duidelijk begrensde dorpen en gehuchten bijna geen sprake is. Deze verschillen in de dichtheid der bevolking blijken reeds door een enkelen blik op mijn schetskaartje, terwijl de genoemde verschillen in de bevolkingswijze het duidelijkst in het oog springen, wanneer men, na een bezoek aan Havelte, Derp en Eursinge te hebben gebracht, zich naar het op het heidezandgebied liggende Uffelte begeeft.

* Zie o. a. K. Keilhack. Der baltische Höhenrücken in Hinterpommern und Westpreussen (*Jahrb. d. k. preuss geol. Landesanst.* f. 1889) blz. 187.

Digitized by Google

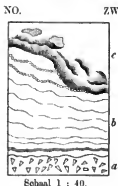
Kon ik dus een zeer groote overeenkomst tusschen het West-Drentsche heidezandgebied met dat van Noord-Duitschland aantoonen, zijne ligging met betrekking tot de hooge wallen, die ik met eindmorainen heb vergeleken, is echter een geheel andere. Het sluit zich immers niet ten zuiden aan deze ruggen aan, doch omgeeft het morainengebied aan alle zijden; of het vormt nu eens kortere of langere rijen van zeer lage heuveltjes aan den voet der hoogste bodemverheffingen (bijv. aan den voet der zuid-oostelijke helling van den Bisschopsberg), dan weder kleinere heuvelgroepen te midden der hooge heuvels van het morainenlandschap (wij zagen dit o. a. in Steenwijkerwold) of op den grens tusschen laatstgenoemd terrein en het vlakke keileemgebied (zie mijn schetskaartje). Ook hier echter liggen de hoogste heuvels in de onmiddelijke nabijheid der aanzienlijkste heuvels van het morainenlandschap en wordt het terrein vlakker en de heidezandbedekking dunner, naarmate men zich van het morainengebied verwijdert.

Het hier genoemde verschil nu deed mij een nauwkeurig onderzoek naar den bouw en de samenstelling van het heidezandgebied zeer wenschelijk voorkomen, daar de vele overeenkomsten, die het met het Noord-Duitsche heidezand bleek te bezitten, een gelijke vormingswijze deden vermoeden. Talrijke gravingen, die ik tot aan het onderliggende keileem op verschillende punten van het heidezandgebied verricht heb, hebben echter dit vermoeden niet bevestigd. Zij schonken mij de overtuiging, dat het Drentsche heidezand met de afsmelting van het landijs, hetwelk de morainen van West-Drenthe heeft achtergelaten, in geenerlei verband staat en dus met dat van het Noord-Duitsche diluvium niet vergeleken mag worden — zooals ik in de volgende bladzijden zal trachten aan te toonen.

Het eerst leerde ik de aanwezigheid van heidezand in West-Drenthe kennen, toen ik in den afgeloopen zomer eenige gravingen en boringen in een zeer heuvelachtig zandterrein verrichtte, dat ik na eenige voorloopige waarnemingen voor eene doorboring van onderdiluviaal zand door de grondmoraine heen meende te moeten verklaren * en dat te Havelte onder den naam van „de Konijnenbergen" bekend staat. Deze heuvels nu, welke een ± 500 M. lange van het zuid-westen naar het noord-oosten langs den oostelijken rand van het morainengebied verloopende rij vormen, worden door den zandweg, die van den Binnenesch naar het tusschen Havelte en Uffelte gelegen heideveld voert, doorsneden; zij stelden mij daardoor

* Kort verslag van eenige, dezen zomer in West-Drenthe gedane geologische waarnemingen (*Versl. en Meded. Kon. Akad. van Wetensch.* Amsterdam 1890 blz. 334—336).

in de gelegenheid een onderzoek naar hunnen inwendigen bouw in te stellen. Daar, waar de heuvels de grootste hoogte bereiken — d. i. op de plaats, waar de heuvelrij zich naar het noorden ombuigt — werd nl. aan den voet van den 5 M. hoogen zandwand een gat gegraven, en aldus eene doorsnede verkregen, waarvan wij de onderste voor ons belangrijkste helft hiernevens op een schaal van 1 : 40 hebben afgebeeld.



Schaal 1 : 40.

Op de grondmoraine *a*, die hier op eene diepte van 6.70 M. onder de oppervlakte ligt, zien wij een aantal dunne zandlaagjes *b* rusten, die onderaan een waterpas, doch hoogerop een eenigzins golvend verloop hebben. Dit zand nu, dat dan eens uit fijnere, dan weder uit grovere stukken van dezelfde gesteenten samengesteld is, die wij in het keileem of het keizand van West-Drenthe vonden ingesloten en dat meer of minder glimmerhoudend is (zeer rijk aan glimmer is het, door zijn donkerbruine kleur onmiddelijk in het oog vallende, dunne, uit een zeer fijn leemhoudend zand gevormd, laagje onderaan in het profiel), blijkt door een jongeren stroom komvormig te zijn uitgehold. Daardoor werden de beide dunne, door het zooeven beschreven zand heenloopende grintlaagjes gedeeltelijk uitgeschuurd en kwam een grover zand *c* tot afzetting. Dit zand, behalve een tweetal daarin voorkomende plekken van een fijn wit zand, bezit een gele kleur en bevat dan eens duidelijke laagjes, dan weder onregelmatige opeenhoopingen van verveende plantendeelen.

Deze onregelmatige bouw nu bleek in de geheele bovenhelft der doorsnede ontwikkeld te zijn; vooral in de bovenste deelen van den meer naar het noordoosten gelegen steilen zandwand kon ik nu eens een fraaien golfvormigen bouw der zandlagen (die hier en daar door kleine er in uitgeholde en met anders gekleurd zand opgevulde kommen worden afgewisseld), dan weder eene herhaalde afwisseling van donker geel met lichter gekleurd zand en met zwarte veel verveende plantendeelen bevattende of donkerbruine veenplekken waarnemen.

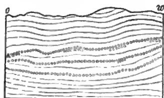
Een schoonere gelegenheid om den bouw der heuvels van het heidezandgebied te bestudeeren, bood ons „de Berg" aan, welke deel uitmaakt van een veel langere, een weinig meer oostelijk gelegen heuvelrij, die, na over de grootste lengte in noord-noordoostwaartsche richting te hebben geloopen, zich naar het noorden ombuigt,

Digitized by Google

om niet ver van de Uffelter zandheuvels langzaam in een nagenoeg vlak zandterrein over te gaan. Genoemde hoogte nu is het westelijk brokstuk van den aanzienlijksten heuvel dezer rij, die door de Hoofdvaart doorsneden wordt en uit welke nog voortdurend zand wordt weggegraven.

De doorsnede nu, die het vorig jaar door mij aan den steilen zandwand werd waargenomen, leverde geen noemenswaarde verschillen op met die, welke zooeven van „de Konijnenbergen" beschreven werd: onderaan fraai horizontaal gelaagd lichtgekleurd zand, bovenaan golfvormig of zeer onregelmatig gelaagd geel zand met zwarte veenplekken, hetwelk ook hier weder op ééne plaats een, in eerstgenoemd zand uitgespoelden, kom had opgevuld.

Bij het bezoek, dat ik in den afgeloopen zomer aan deze plek bracht, lag de zandwand eenige meters verder van het kanaal verwijderd en gaf een profiel te zien, dat een langzamen overgang van den waterpas-gelaagden in den golfvormigen bouw te zien gaf en dat hiernevens op een schaal van 1 : 200 is afgebeeld.



Schaal 1 : 200.

De bovenste helft van het 10 M. lange en 5 M. hooge profiel wordt door golfvormige zandlagen gevormd, die onderaan met drie laagjes van een fijn, uit stukken van noordelijke gesteenten samengesteld, grint afwisselen. Terwijl het bovenste dezer grintlaagjes nog een duidelijk golvend verloop vertoont, zien wij dezen bouw naar onderen gaandeweg voor een waterpas-gelaagden bouw plaats maken; ook hier is het zand in de onderste deelen lichter gekleurd en fijner en bezit op sommige diepten een vrij aanzienlijk leemgehalte. Hoewel bij eene tot op een diepte van 6.70 M. onder den bovenrand voortgezette graving de grondmoraine nog niet bereikt was, kan de ligging dezer vorming onder deze hoogte, na hetgeen talrijke gravingen en boringen in het heidezandgebied ons geleerd hebben, niet betwijfeld worden.

Na deze feiten kon ons de mededeeling, die men mij later te Havelte deed omtrent het voorkomen van bronnen hier en daar in het heidezandgebied, niet verwonderen: ik zag zulk een *bron* o. a. uit den voet van een der heidezandheuvels van Uffelte te voorschijn komen, hier bekend onder den naam van den „Fonteinberg", en kon het bewijs leveren, dat de ondoordringbare keileembank van het bestaan dezer bron de oorzaak is.

Het zou overbodig zijn, hier nog meerdere profielen, welke ik

Digitized by Google

in het heidezandgebied bestudeeren kon, te beschrijven en af te beelden, daar zij dezelfde uitkomst opleverden, nl. onmiddelijk op de grondmoraine een fraaien waterpas-gelaagden bouw en daar boven een golfvormigen of een nog onregelmatiger gelaagden bouw deden zien en het voorkomen van grintlaagjes overal tot het onregelmatig gelaagde zand beperkt bleek te zijn.

Kon ik dus aantoonen, dat het heidezand van West-Drenthe zijn ontstaan aan wateren te danken heeft gehad, die in den aanvang zeer langzaam vloeiden, langzaam echter in onstuimigheid toenamen en die de fijnere, later echter ook grovere bestanddeelen van het keileem uitspoelden en deze aan den voet der heuvels van het morainenlandschap tot afzetting deden komen, moeielijker was het, om te beslissen of de hier besproken vorming aan de smeltwateren van het terugtrekkende landijs, hetwelk de morainen van dit gebied heeft achtergelaten, dan wel aan jongere diluviale stroomen moet worden toegeschreven.

Hoewel het nu voor de hand ligt, in een streek, waar, na talrijke waarnemingen, nergens een keileem van het tweede landijs ontdekt is, en waar het heidezand op het oudste keileem rust, voor dit zand een onderdiluvialen ouderdom aan te nemen — gelijk ZEISE voor het westelijk deel van Sleeswijk-Holstein gedaan heeft *, en welke meening onlangs ook door LORIÉ ten opzichte van de groote zandvlakte uitgesproken is, die den ondergrond van het Bourtanger hoogveen vormt † — toch leerden een vijftal gravingen de onjuistheid dezer meening kennen en zagen wij dus het vermoeden, waartoe ons reeds de ligging van het Drentsche heidezand ten opzichte van het morainenterrein aanleiding gaf, bevestigd. Op verscheidene ver uitelkanderliggende plaatsen van het heidezandgebied werden n.l. in het onmiddelijk op de grondmoraine rustende zand verveende plantenoverblijfselen aangetroffen, die nu eens in gering aantal voorhanden zijn, dan weder in zóó grooten getale opeengehoopt voorkomen, dat zij eene, somwijlen op bruinkool gelijkende, veenmassa vormen, waarin de plantenstructuur geheel verloren is gegaan. Overal wisselen deze, veenstoffen bevattende, zandlagen met zuiver zand af, waardoor de zooeven beschreven structuurveranderingen, die men bij het dieper doordringen in de heidezandheuvels waarneemt, veel duidelijker te voorschijn treden (zie nevensgaand profiel, hetwelk ik door eene graving aan den voet van een 3 M. hoogen zandheuvel in het heidezandterrein tusschen den Bisschopsberg en Kampen verkreeg en

* l. c. blz. 30.

† J. LORIÉ. Waarom zijn er Hoogvenen. (*Hand. v. h. 3e Ned. Nat. en Geneesk. Congr.* gehouden te Utrecht, 1891. blz. 349).

Digitized by Google



Schaal 1 : 20.

waarin *a* de grondmoraine, *b* de afwisseling van lichtgekleurd zand met zwart veenzand voorstelt).

Hoewel nu de plantenoverblijfselen in de meeste gevallen geheel onkenbaar waren, toch bleek dit niet overal het geval te zijn. Toen ik n.l. te Havelte aan den vrij steilen oostrand van het heidezandterrein, tegenover de plaats, waar de Havelter Aa een kleine niet door zand bedekte keileemstrook doorsnijdt (zie het schetskaartje) eene graving deed, om aan te toonen, dat laatstgenoemde vorming zich ook hier onder het zand voortzet, trof ik op eene diepte van 2.36 M. onder het zand — dat bovenaan weder geelgekleurd en onregelmatig gelaagd is, onderaan lichter gekleurd en fraai waterpas-gelaagd is — een 2½ cM. dik lichtbruin gekleurd, uit eene dichte opeenhooping van verveende plantendeelen gevormd, laagje aan, dat door splijting langs de uiterst dunne er waterpas doorheenloopende zandlaagjes talrijke goed bewaarde stengeldeelen en volkomen gave bladeren aan het licht bracht, wier nervatuur dikwijls tot in de fijnste bijzonderheden bestudeerd kon worden. Deze overblijfselen nu, onder welke o.a. de geslachten *Saxifraga*,(?) *Quercus*, *Betula* en *Salix* herkend konden worden (het laatste is door soorten vertegenwoordigd, *die niet tot de zoogenaamde dwerg- of glaciaalwilgen behooren*), liggen in een veenmassa ingesloten, die, behalve door kleinere bladen stengeldeelen dezer planten, grootendeels door stukjes van opperhuiden van monocotylen (vermoedelijk *Gramineën*, *Cyperaceën en Juncaceeën*) gevormd wordt * en waaruit ik talrijke dekschilden van kleine kevers en eenige schalen van *Daphniden* te voorschijn kon halen. Onder deze merkwaardige afzetting volgde, slechts door een 8 cM. dik laagje lichtgekleurd zand ervan gescheiden, een gelijksoortig veenstoffenlaagje, waarin ik de genoemde overblijfselen in veel grooter aantal en over het algemeen in beter bewaarden toestand aantrof en *dat onmiddelijk op de grondmoraine bleek afgezet te zijn.*

Niet alleen uit deze overblijfselen, doch ook uit het feit, dat de merkwaardige lagen, waarin zij ingesloten zijn, wigvormig tusschen

* De Hoogleeraar HUGO DE VRIES heeft de vriendelijkheid gehad, de veenmassa en eenige stengeldeelen aan een mikroskopisch onderzoek te onderwerpen.

het zand eindigen, mag besloten worden, dat zij in een zoetwaterpoel tot afzetting gekomen zijn.

De gravingen, die ik op verschillende punten van het heidezandgebied van West-Drenthe verrichte, hebben dus het vermoeden, waartoe de boven besproken overeenkomsten met het Noord-Duitsche heidezand aanleiding geven, als zoude nl. het Drentsche heidezand zijn oorsprong aan de smeltwateren van het terugtrekkende oudste landijs te danken hebben gehad, niet bevestigd: de geringe grootte der bestanddeelen, waaruit dit terrein opgebouwd is, en de overblijfselen van in een gematigd klimaat te huis behoorende planten, die de op de grondmoraine rustende zandlagen bleken te bevatten, leveren toch het onwederlegbaar bewijs, dat het heidezand langen tijd, nadat de gletschers zich uit deze streken teruggetrokken hadden, gevormd is.

Moeten wij nu uit het feit, dat het heidezand niet de jongste der in dit deel van ons vaderland ontwikkelde diluviale vormingen is, doch door jongere uit het noordoosten vloeiende diluviale stroomen uitgeschuurd is geworden, welke in de daardoor gevormde dalen een fijn zand (*Zanddiluvium* van Staring) tot afzetting deden komen (blz. 36), het besluit trekken, dat de genoemde planten in een tijd geleefd hebben, die met den interglaciaaltijd van Noord-Duitschland samenviel*, wij leeren er tevens een nieuw bewijs voor den onderdiluvialen ouderdom van het West-Drentsche keileem door kennen.

De vorming van het in dit gebied ontwikkelde heidezand schijnt mij dus aan de klimaatsverandering te moeten worden toegeschreven, die de nadering van het tweede landijs tengevolge had: gedurende het lange tijdperk toch, waarin de ijsrand zich in de nabijheid bevond, moeten van de naburige hoogten groote massa's regen- en sneeuwwater gevloeid zijn, hetwelk de fijnere bestanddeelen van het keileem uitspoelde, allerlei plantendeelen van de hoogten medevoerde en al deze stoffen aan den voet der heuvels tot afzetting deed komen. Zullen de genoemde wateren nu in den aanvang van den tweeden ijstijd eene geringe uitschurende werking hebben uitgeoefend, tot op het tijdstip, dat de gletschers hunne grootste uitbreiding hadden verkregen — d. w. z. tot op geringen afstand van ons land genaderd waren — moeten zij voortdurend in onstuimigheid zijn toegenomen en eindelijk eene geheele verwoesting van het plantenkleed teweeg hebben gebracht.

---

* Lorié heeft in zijne *Contributions* IV, blz. 148 (*Bull, d. l. Soc. belge de Géol. de Paléont. et d'hydr.* T. III) reeds de mogelijkheid van eenen interglacialen ouderdom van sommige in den ondergrond van ons land ontwikkelde zandlagen uitgesproken.

Digitized by Google

Kunnen alle verschijnselen, die ik door een onderzoek van het West-Drentsche heidezand leerde kennen, door deze hypothese goed verklaard worden — evenals het feit, dat wij ook in de overige deelen van Noord-Nederland slechts in de onmiddelijke nabijheid der hooge heuvels van het morainenlandschap (o. a. in den omtrek der hoogten van Diever en Vledder en te midden en langs den westrand van het morainenlandschap van Steenwijkerwolde), of aan den voet der wallen met eindmorainentype (o. a. ten Z.W. en W. van den Hondsrug en ten N. van den hoogen wal aan de zuidkust van Friesland) heidezand waarnemen —, tevens worden nu de geringe veranderingen, die het morainenterrein tijdens het ontstaan dezer vorming blijkt te hebben ondergaan, opgehelderd Slechts op één plaats toch zijn de heuvels zóó aanzienlijk verlaagd geworden, dat het verband met de omringende hoogten eerst door nauwkeurige waarnemingen aangetoond kon worden: ten oosten van Uffelte nl. leerde ik een zeer hooggelegen (tot 6.50 M. + AP.) strook heidezand kennen, waarin op zeer geringe diepte (0.50 M.) het keileem met talrijke, somwijlen reusachtige keien, bleek ontwikkeld te zijn. Ik beschouw die als de, een weinig afgespoelde en met zand bedekte, oostelijke voortzetting van den hoogen wal, waarvan de Havelterberg een deel uitmaakt. Nog meer oostwaarts, nl. te Rhebruggen verschijnt het keileem aan de oppervlakte en treedt de genoemde wal weder duidelijker te voorschijn, van waar hij over Ansen in zuidoostelijke richting tot aan Ruinen vervolgd kan worden.

Dat deze hooge heidezandstrook tusschen Uffelte en Rhebruggen het boven beschreven karakter van het heidezandlandschap bijna geheel verloren heeft, is gemakkelijk te begrijpen; de geringe diepte och, waarop hier de voor water ondoordringbare leemlaag ontwikkeld is, heeft den mensch in staat gesteld, den woesten zandbodem, hetzij in bouwveld hetzij in goeden weidegrond te herscheppen.

Ik mag van het heidezand niet afstappen, zonder nog met een enkel woord van de *zandstuivingen* te hebben melding gemaakt, die op verscheidene punten van dit gebied worden aangetroffen. Dat deze zoozeer gevreesde vormingen in West-Drenthe geheel tot dit hooggelegen zandgebied beperkt zijn, deden mijne mededeelingen omtrent de bodemgesteldheid in de beide eerst besproken terreinvormen verwachten. Vooral op die plaatsen, die niet door de heuvels van het morainenlandschap tegen de heerschende winden beschut worden,

Digitized by Google

waren de omstandigheden voor het ontstaan van zandstuivingen gunstig, zoodat de hoogste stuifzandheuvels langs den westelijken rand van het morainenterrein aangetroffen worden, die het verder waaien van het, door de westenwinden in beweging gebrachte zand, verhindert. Somwijlen vinden wij het zand tot op de onderliggende grondmoraine weggestoven, en is slechts hier en daar het brokstuk van een heidezandheuvel gespaard gebleven.

Hoewel dus langs den oostrand van het morainenterrein echte zandstuivingen ontbreken, toch is de bewoner, die op het vlakke keileemgebied in de onmiddelijke nabijheid van het heidezand bouwland bezit, maar al te goed met den schadelijken invloed van het stuifzand bekend. Slechts door een rijke bemesting kan hij van zijn land eene behoorlijke opbrengst verwachten.

Dal- en Dekzand.

(Zanddiluvium van Staring).

Er blijft mij ten slotte nog over, omtrent het ontstaan van de jongere zandvorming, die de dalen ten oosten en ten westen van het gekaarteerde gebied opvult en dit ten zuiden begrenst, een oordeel uit te spreken. Dat dit zand na de afzetting van het heidezand en door aanzienlijke watermassa's gevormd is, mag uit de machtige uitschuring, die al de boven besproken vormingen tijdens de ontwikkeling dier jongere zandafzetting ondergaan hebben, en uit de groote breedte der dalen, in vergelijking met de stroompjes, die er tegenwoordig doorheen vloeien, worden afgeleid. Hoewel de stroomen grootendeels het gemakkelijk uitschuurbare heidezand gevolgd hebben, blijken zij toch hier en daar het keileem tot op het onderliggende zand te hebben weggevoerd — gelijk ik tijdens de graving der hulpkanalen bij gelegenheid van den bouw der nieuwe sluizen te Uffelte en Havelte gelegenheid had, waar te nemen — ja zelfs in staat te zijn geweest, den morainenwal Rhebruggen-Ansen-Ruinen te doorbreken. Dat het dal zich op deze plaats aanmerkelijk versmalt (zie mijn schetskaartje) is dus een zeer verklaarbaar verschijnsel.

De oorsprong dezer stroomen ligt nu, na de zooeven gegeven beschouwingen omtrent het heidezand, voor de hand: de snelle afsmelting van het zich op korten afstand van ons land bevindende tweede landijs heeft het ontstaan van aanzienlijke watermassa's tengevolge gehad, die naar het westen een uitweg zochten, zich door onze oudere diluviale vormingen een doortocht baanden, eene uitgebreide dalvorming tot stand brachten, en alzoo den hydrographischen

Digitized by Google

toestand in het leven riepen, die dit deel van ons vaderland nog heden ten dage kenmerkt.

Kunnen dus de in dit opstel beschreven waarnemingen omtrent het ontbreken in ons land van een keileem der tweede ijsbedekking geen twijfel meer doen ontstaan, zij hebben tevens mijne vroeger reeds uitgesproken meening bevestigd, dat ten opzichte van *ons* land eene diluviale vorming door de uitdrukking *postglaciaal* niet voldoende bepaald is*.

In het volgende overzicht der diluviale vormingen van West-Drenthe heb ik getracht, de vroeger door mij eenvoudig als postglaciaal diluvium aangeduide gronden te scheiden en hunne betrekking tot de bekende afdeelingen van het Noord-Duitsche diluvium aan te geven:

I. *Jongdiluvium*, gevormd aan het einde van den 2en ijstijd.		*a.* Dalzand en dekzand (Zanddiluvium v. Staring.
II. *Middeldiluvium*, gevormd aan het einde van den Interglaciaaltijd en gedurende den 2en ijstijd.		*b.* Heidezand.
III. *Ouddiluvium*, gevormd gedurende en aan het einde van den 1sten ijstijd.	Morainen (Grondmoraine, morainenlandschap en hooge wallen met eindmorainen type)	*c.* Keileem.
	Onderdiluviaalzand en grint.	*d.* Glac. gel. skand. zand en grint. *e.* Glac. gel. gem. zand en grint. *f.* Praeglaciaal zand en grint.

* Geologische resultaten enz. l. c. blz. 26.

Digitized by Google

Eerst later zal het kunnen blijken of deze indeeling ook voor de overige deelen van het Nederlandsch diluvium geldig is *.

---

* De indeeling, die Dr. Erens naar aanleiding zijner waarnemingen in Zuid-Nederland van het *geheele* Nederlandsche diluvium heeft gemeend te mogen geven (l. c. blz. 79) nl.

Diluvium
- I. Sablo-limoneux.
- II. Scandinave.
- III. Entremêlé.
  - 1⁰. Mosé-entremêlé.
  - 2⁰. Rhéno-entremêlé.
  - 3⁰. Scandinavo-entremêlé.

blijkt dus ten opzichte van het noorden van ons land niet de minste waarde te bezitten: de uitdrukking "entremêlé" mag voor het zuidelijk diluvium, dat in al zijne deelen gelaagd is, te gebruiken zijn, voor het noorden wordt eene diluviale vorming er niet op voldoende wijze door gekenschetst (Lorié, Contributions II, l. c. blz. 99—103, K. Martin. Het eiland Urk, benevens eenige algemeene beschouwingen enz. T. K. N. A. G. 1889, blz. 27—33, en van Cappelle, Sur les rapports enz. l. c. en Over de betrekking enz. l. c.); ook de term "zanddiluvium" heeft geen waarde meer, nu ik bewezen heb, dat niet alle, uitsluitend uit zand gevormde, afzettingen een zelfden onderom bezitten.

Het heeft mijne bevreemding gewekt, dat een geoloog, die ondersteld wordt op de hoogte te zijn van de hedendaagsche diluviaallitteratuur, nog niet schijnt te weten, hoe lichtelijk men gevaar loopt, verkeerde gevolgtrekkingen te maken, wanneer men ten opzichte van het diluvium van een land, waar nog zoo weinige plaatselijke onderzoekingen gedaan zijn, zich telkens tot algemeen maken laat verleiden.

Digitized by Google

HAVELTE (DRENTHE.)

Lith. v. Gebr. J. & H. v. Langenhuysen, s Hage

Digitized by Google

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DAS

FIBRINFERMENT

VON

C. A. PEKELHARING.



Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam

(TWEEDE SECTIE.)

DEEL I. No. 3.



AMSTERDAM,
JOHANNES MÜLLER.
1892.

4° Z
15

3753

Digitized by Google

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DAS FIBRINFERMENT

VON

C. A. PEKELHARING.

In einer früheren Arbeit [1]) habe ich nachzuweisen versucht, dass das Fibrinferment als eine organische Kalkverbindung betrachtet wurden muss, welche im Stande ist, an Fibrinogen zur Fibrinbildung Kalk zu übertragen. Der organische Bestandtheil dieser Verbindung wurde im Blutplasma verschiedener Thierarten gefunden, nachdem die Gerinnnng mittelst Magnesiumsulfat oder Kaliumoxalat hintangehalten war, und liess sich daraus durch Dialyse und durch Sättigung mit Chlornatrium theilweise, durch Sättigung mit Magnesiumsulfat vollkommen ausscheiden. Die eigentliche Natur dieser Substanz — welche als das Zymogen des Fibrinfermentes zu betrachten war — blieb dabei aber im Dunkeln. Das Zymogen war in einem grossen Niederschlag von Paraglobulin versteckt, und es musste also erst ein Mittel gefunden werden es davon zu trennen.

Nach einigen vergeblichen Versuchen stellte es sich heraus, dass die gewünschte Trennung mittelst Essigsäure bewirkt werden konnte.

Wenn Oxalatplasma, woraus, in der früher beschriebenen Weise, das Fibrinogen mittelst Na Cl entfernt war, durch Dialyse salzarm gemacht wurde, die Dialyse aber nicht so lange fortgesetzt wurde, dass schon ein Niederschlag von Globulin entstand, so rief vorsichtiges Hinzufügen verdünnter Essigsäure, bis zur schwach, aber deutlich sauren Reaction, in der Flüssigkeit eine Fällung hervor, welche in Ueberschuss von Essigsäure löslich war. Diese Fällung, mit Hülfe der Centrifuge von der Flüssigkeit getrennt, und mit Wasser gewaschen, zeigte sich als eine Substanz welche, ebenso wie Paraglobulin,

[1]) Internat. Beiträge zur wissensch. Medicin, Festschrift Rudolf Virchow gewidmet. Bd. I, S. 433. 1891.

Digitized by Google

in neutraler verdünnter Kochsalzlösung, und in sehr verdünntem Alkali leicht löslich ist, sich aber von Paraglobulin unterscheidet durch ihre Unlöslichkeit in verdünnter Essigsaure, und welche in neutraler Lösung mit Hülfe eines Kalksalzes reines Fibrinogen zur Gerinnung bringt. Sie löst sich zu einer wasserklaren Flüssigkeit in 0.1 pCt. HCl. Wird diese Lösung mit ein weinig Pepsin bei Körpertemperatur digerirt, so wird sie bald opalescirend, und setzt sich nach einigen Stunden ein Niederschlag aus der Flüssigkeit ab. Die Flüssigkeit giebt dann starke Biuretreaction; der Niederschlag ist unlöslich in Salzsäure und Essigsäure, leichtlöslich in Alkali, und giebt, mit Salpeter und Natriumcarbonat geglüht, eine Asche welche sich leicht löst in Wasser, und mit molybdensaurem Ammon, und mit Magnesiamixtur deutliche Phosphorsäure-reaction giebt. Die von Essigsäure aus dem von Fibrinogen befreiten Plasma gefällte Substanz ist hierdurch als ein Nucleoalbumin characterisirt.

Man kann dieses Nucleoalbumin auch bereiten, indem man Oxalat- oder Magnesiumsulfatplasma erst mittelst $NaCl$ von Fibrinogen befreit und es dann mit $MgSO_4$ sättigt, oder durch Dialyse sehr salzarm macht. In beiden Fällen entsteht, wir ich früher beschrieben habe, ein Niederschlag, der ausser Paraglobulin, auch das Zymogen — die Substanz welche, indem sie sich mit Kalk verbindet, zum Fibrinferment wird — enthält. Wird dieser Niederschlag (falls die Fällung durch Sättigung mit $MgSO_4$ hervorgerufen ist, muss sie erst durch Dialyse vom anhängenden Salz befreit worden) in Wasser vertheilt, und dann mit verdünnter Essigsäure behandelt, so löst sich das Paraglobulin, das Nucleoalbumin aber nicht, wenn wenigstens nicht zu viel Essigsäure zugesetzt wird.

Das in dieser Weise erhaltene Nucleoalbumin hat, auch in Bezug auf die fibrinoplastische Wirkung bei Anwesenheit von Kalksalzen, genau dieselben Eigenschaften wie dasjenige welches in der erst beschriebenen Weise bereitet worden ist.

Eine einfachere Methode ist folgende: Oxalatplasma wird, in der Absicht es salzarm zu machen, mit zwei Volum Wasser verdünnt, und mit soviel verdünnter Essigsäure behandelt, dass die Reaction sauer, und die beim Neutralisiren des Plasma entstandene Fällung zu einem grossen Theil wieder gelöst ist. Die Flüssigkeit wird nun centrifugirt, und dabei setzt sich ein Niederschlag ab, der fest genug am Bodem des Gefässes haftet um das Abgiessen der klaren obenstehenden Flüssigkeit zu ermöglichen. Die Fällung besteht hauptsächlich aus Nucleoalbumin, ist aber mit Fibrinogen und Paraglobulin verunreinigt. Zur Reinigung wird sie in möglichst wenig Kalilauge oder Ammon gelöst, mit viel Wasser versetzt, wieder

Digitized by Google

mittelst Essigsäure gefällt, in der Centrifuge von der Flüssigkeit getrennt, dann nochmals in derselben Weise behandelt, und schliesslich mit Wasser ausgewaschen. Wenn diese Bereitung schnell und bei niedriger Temperatur stattfindet, und wenn Sorge getragen wird dass bei der Lösung des Niederschlages möglichst wenig Alkali verwendet wird, dann erhält man auf diese Weise ein Nucleoalbumin welches, mit Kalk verbunden, alle Eigenschaften eines kräftig wirksamen Fibrinferments besitzt.

Ich habe kein Mittel gefunden mich mit Sicherheit davon zu überzeugen, dass das so bereitete Nucleoalbumin völlig frei ist von Paraglobulin, wenngleich wohl angenommen werden darf dass, nach dreimaligen Behandlung mit Essigsäure bis nicht zu schwach sauren Reaction nicht mehr wie Spuren von Paraglobulin im Niederschlage vorhanden sein können. Wohl aber kann mit Sicherheit nachgewiesen werden dass das Fibrinogen, welches bei der ersten Fällung aus dem Plasma mit niedergeschlagen wird, durch die weitere Reinigung ganz entfernt wird. Während doch der erste Niederschlag aus dem Plasma, in Kochsalz gelöst, bei Anwesenheit von Kalksalzen, immer mehr oder weniger Fibrin liefert, zeigt das dreimal gefällte Nucleoalbumin keine Spur von Gerinnung wenn nicht, ausser Kalk, auch noch Fibrinogen zu der Lösung zugesetzt wird.

Ausser durch die Spaltung in Nuclein und Eiweiss bei Behandlung mit Magensaft, unterscheidet sich das Nucleoalbumin des Blutplasma sowohl von Paraglobulin als von Fibrinogen durch die Gerinnungstemperatur, welche bei ± 65° C. gelegen ist. Bei dieser, oder einer etwas höheren Temperatur, verliert auch das Nucleoalbumin die Fähigkeit mit Kalk Fibrin zu bilden, während schon durch Erhitzen bis auf 50° C. diese Fähigkeit geschwächt wird.

Folgender Versuch möge als Beispiel dienen:

Von einer Lösung von Nucleoalbumin aus Oxalatplasma vom Rinde in Na Cl werden in 5 Probirröhrchen je 3 CC. gebracht. Ein Röhrchen A wird bei Zimmertemperatur gehalten, die vier anderen werden in einem grossen Wasserbade, das langsam bis auf 65° C. erwärmt wird, aufgehängt.

a	wird aus dem Wasserbad genommen bei	50° C.,	ist klar geblieben
b	„ „ „ „ „	55° C.,	„ „ „
c	„ „ „ „ „	60° C.,	„ „ „
d	„ „ „ „ „	65° C.,	ist trübe geworden.

Nachdem die erhitzten Röhrchen abgekühlt sind, wird zu jeder der fünf hinzugefügt 5 CC. einer reinen Fibrinogenlösung mit 2

Tropfen $Ca\,Cl_2$ 1 pCt. und werden die Röhrchen in das Wasserbad bei 37° C. gebracht.

A	ist	nach	10	Minuten	vollständig	fest	geworden
a	„	„	15	„	„	„	„
b	„	„	21	„	„	„	„
c	„	„	23	„	„	„	„

d zeigt nach einer Stunde ein äusserst zartes, wolkiges Gerinnsel, das auch bei längerem Stehen nicht zunimmt.

Der Salzgehalt der Flüssigkeit hat auch hier, ebenso wir bei anderen Eiweissstoffen, Einfluss auf die Gerinnungstemperatur.

Von einer völlig klaren Nucleoalbuminlösung (aus Pferdeblutplasma) in $Na\,Cl$ 0.7 pCt. werden in 3 Röhrchen, *a*, *b* und *c* je 3 CC. gebracht. Bei *b* werden 5, bei *c* 10 Tropfen einer gesättigten Kochsalzlösung hinzugefügt. Dann werden die Röhrchen in einem grossen gläsernen Wasserbad aufgehängt das langsam erwärmt wird.

a	wird opalescirend	bei 57° C.,	flockig	bei	69° C.
b	„	„ 61° C.,	„	„	75° C.
c	„	„ 63° C.,	„	„	77° C.

Für die Bildung von Fibrinferment aus dem Nucleoalbumin ist es genügend die Substanz in Kochsalzlösung geringer Concentration aufzunehmen und ein wenig $Ca\,Cl_2$ oder $Ca\,SO_4$ hinzuzufügen. Sehr gut kann derselbe Zweck auch erreicht werden, indem der Nucleoalbuminniederschlag in Ueberschuss von Kalkwasser gelöst wird, das überschüssige Calciumhydroxyd durch Durchführen von CO_2 entfernt, und die Kohlensäure wieder von einem Strom atmosphärischer Luft verjagt wird. Dabei ist es nöthig, vor der Durchleitung von CO_2, etwas Kochsalz der Lösung hinzuzufügen, damit die Nucleoalbumin-Kalkverbindung auch bei neutraler Reaction gelöst bleibe. Dann wird auch das gebildete Calciumcarbonat in Lösung gehalten: die Flüssigkeit wird beim Durchführen von CO_2 opalescirend, aber nicht trübe. Ist das Nucleoalbumin nicht genügend gereinigt, sodass es noch Fibrinogen enthält, so bildet sich nach dem Durchführen atmosphärischer Luft, ein Coagulum, das alle in der Flüssigkeit schwebenden Partikel einsschliesst, und sich leicht als Ganzes aus der Flüssigkeit herausnehmen lässt.

Eine solche Lösung zeigt nun alle Eigenschaften einer kräftig wirksamen Fibrinfermentlösung, auch hierin dass sie zur Fibrinbil-

Digitized by Google

dung aus Fibrinogen im Stande ist bei Anwesenheit von freiem Kalium-oder Ammoniumoxalat [1]).

Umgekehrt lässt sich auch nachweisen, dass Fibrinferment, nach der Methode von SCHMIDT, oder nach derjenigen von HAMMARSTEN aus Blutserum bereitet, von Pepsinchlorwasserstoffsäure, unter Abspaltung von Nuclein, zersetzt wird.

Aus dem Mitgetheilten glaube ich folgern zu dürfen, dass in dem Nucleoalbumin des Blutplasma's thatsächlich das „Zymogen" gefunden ist, die Substanz welche, indem sie sich mit Kalk verbindet, zum Fibrinferment wird.

Dieser Folgerung würde man aber die Annahme entgegenstellen können, die fermentbildende Substanz sei nicht das Nucleoalbumin selbst, sondern sie sei, als Verunreinigung, damit gemischt. Dann wäre man freilich auch genöthigt anzunehmen, dass, umgekehrt, das aus Blutserum bereitete Ferment, gleichwohl ob es nach den ganz verschiedenen Methoden von SCHMIDT oder von HAMMARSTEN bereitet ist, immer mit Nucleoalbumin verunreinigt sei. Ausserdem spricht gegen diese Annahme die Thatsache dass das Nucleoalbumin, falls es wenigstens schnell bereitet, und möglichst wenig mit Alkali in Berührung gelassen ist, kräftiger wirksam ist, je besser es von den anderen Bestandtheilen des Blutes getrennt ist. So wurde z. B. eine reine Fibrinogenlösung von einmal mit Essigsäure gefälltem und dann mit Kalkwasser, CO_2 und Luft behandeltem Nucleoalbumin aus Oxalatplasma des Rindes, in 3 Stunden zur Gerinnung gebracht, während dasselbe Nucleoalbumin, in Kali gelöst und noch einmal mit Essigsäure gefällt, nach Behandlung mit Kalkwasser, CO_2 und atmosphärischer Luft, dieselbe Fibrinogenlösung in 20 Minuten vollkommen gerinnen machte.

Diesen und ähnlichen Beobachtungen kann aber keine genügende Beweiskraft zugesprochen werden, erstens weil man nicht die Sicherheit hat das bei den unter sich zu vergleichenden Versuchen immer die gleiche Menge der wirksamen Substanz gebraucht wird, und zweitens weil das Resultat nicht constant ist. Wenn die Bereitung langsam stattfindet, und das Nucleoalbumin wiederholte Male gelöst und wieder mit Essigsäure gefällt, und wiederholt mit Wasser ausgewaschen wird, dann sieht man nicht selten dass es bei der Reinigung allmählich weniger wirksam wird — was, wie später näher ausgeführt werden soll, der leichten Zersetzlichkeit des Nucleoalbumins zuzuschreiben ist.

---

[1]) Cf. Internat. Beitr. z. Wissensch. Medicin, I, S. 445.

Digitized by Google

Es giebt aber einen besseren Grund gegen die Annahme, das Nucleoalbumin verschulde Beimischungen die Fähigkeit mit Kalk Fibrinferment zu bilden.

Diese Annahme gründet sich nur auf die Erfahrung dass Enzyme oft durch voluminöse Niederschläge aus ihren Lösungen mitgefällt werden. Darauf beruht denn auch, in Bezug auf das Fibrinferment, die von HAMMARSTEN angegebene Bereitungsweise, und der Mutterstoff dieses Ferments wird auch, wie ich früher nachwies, vom Fibrinogen mitgefällt, wenn dieses mittelst Na Cl aus Plasma ausgeschieden wird. So könnte man meinen, vom Nucleoalbumin würde, bei der Behandlung des verdünnten Plasma's mit Essigsäure, eine andere Substanz, welche dann das Zymogen wäre, mechanisch mitgerissen, Dann müsste also die Flüssigkeit desto vollkommener vom Zymogen befreit werden, je grösser der sich daraus absetzende Niederschlag ist.

Wiederholt wurde nun folgender Versuch angestellt.

Mit zwei Volum Wasser verdünntes Oxalatplasma wurde in zwei gleiche Hälften vertheilt. Die eine Hälfte wurde mit Essigsäure genau neutralisirt, die andere, unter Vermeiding eines zu grossen Ueberschusses, sauer gemacht. Darauf wurden beide Flüssigkeiten centrifugirt. Jedesmal war in der neutralisirten Flüssigkeit der Bodensatz viel — zwei bis dreimal — grösser als in der angesäuerten. Falls das Zymogen nur mechanisch mitgefällt wurde, so müsste also die neutralisirte Flüssigkeit besser davon befreit sein als die angesäuerte. War aber das Zymogen das Nucleoalbumin selbst, so müsste es in der neutralisirten Flüssigkeit, woraus hauptsächlich Fibrinogen und Paraglobulin gefällt war, in grösserer Menge nachzuweisen sein als in der angesäuerten. Es stellte sich heraus das jedesmal Letzteres der Fall war. Beide klare, vom Bodensatz abgegossenen Flüssigkeiten wurden mit Kalkwasser alkalisch gemacht (wobei Sorge getragen wurde, dass beide gleich stark verdünnt wurden) darauf, erst mit CO_2 und dann mit atmosphärischer Luft behandelt, und schliesslich auf Körpertemperatur gebracht. Ohne Ausnahme gerann nun das neutralisirte Plasma zu einer vollkommenen Gallerte, während sich in der angesäuerten Flüssigkeit entweder gar kein oder nur ein sehr geringfügiges Gerinnsel bildete. Wurde dem angesäuerten, jetzt wieder kalkhaltigen Plasma ein wenig des aus demselben gefällten Nucleoalbumins hinzugefügt, so gerann es in kurzer Zeit vollständig.

Offenbar ist es also das Nucleoalbumin selbst, das, durch neutralisiren nur zu einem kleinen Theil, durch Ansäuern aber völlig oder nahezu völlig aus dem verdünnten Plasma gefällt, mit Kalk Fibrinferment bildet, und nicht ein anderer mechanisch mitgefällter Stoff,

Digitized by Google

Wie gesagt, wird dieses Nucleoalbumin von verdünnten Salzlösungen gelöst. Die Löslichkeit ist, zumal in Salzlösungen von 0.5 bis 0.7 pCt., viel grösser bei Körpertemperatur als bei 0° C. Auf diese Eigenschaft stützt sich eine andere Methode zur Reinigung des Nucleoalbumins. Der mittelst Essigsäure aus verdünntem Plasma erhaltene Niederschlag wird bei 37° C. mit NaCl 0.5—0.7 pCt. behandelt. Enthält der Niederschlag noch Fibrinogen, so wird das nur zu einem kleinen Theil gelöst. Die Lösung wird filtrirt, und das hauptsächlich mit etwas Paraglobulin verunreinigtes Nucleoalbumin enthaltende Filtrat in den Eisschrank gebracht. Die anfangs klare Lösung wird bald trübe, und nach einigen Stunden hat sich ein Bodensatz abgesetzt, der grösstentheils an der Wand des Glases haftet, sodass die Flüssigkeit ohne Verlust von viel Bedeutung abgegossen werden kann. Der Bodensatz besteht aus Nucleoalbumin; das Paraglobulin bleibt bij 0° gelöst, und wird mit der abgegossenen Flüssigkeit entfernt. Der Niederschlag löst sich bei Körpertemperatur völlig in physiologischer Kochsalzlösung, und zeigt alle oben beschriebenen Eigenschaften des Nucleoalbumins

Die durch Abkühlung aus der neutralen Salzlösung erhaltene Fällung ist nicht amorph, sondern besteht aus gruppenweise verklebten kuglichen und ellipsoidischen Körperchen. Sie ist, bei der mikroskopischen Untersuchung, nicht zu unterscheiden von dem Präcipitat das sich aus dem Blutplasma von mit Pepton vergifteten Hunden bei Abkühlung ausscheidet, und das von WOOLDRIDGE unter dem Namen A. Fibrinogen beschrieben worden ist. WOOLDRIDGE nennt aber die Körperchen, woraus sein „A. Fibrinogen" besteht, Scheibchen; und er hält es für nicht unwahrscheinlich dass zwischen diesen Körperchen und den Blutplättchen ein enger Zusammenhang besteht. Niemals habe ich aber, weder im Bodensatz von gekühltem Peptonplasma, noch in dem aus einer abgekühlten Nucleoalbuminlösung, die Körperchen als Scheibchen gesehen. Wenn im Präparat die Flüssigkeit in Bewegung gebracht wird, und die Körperchen durch das Gesichtsfeld treiben, zeigen sie nie eine schmale Seite, sondern bleibt der optische Querschnitt immer kreisförmig oder elliptisch. Dabei sind die Körperchen im selben Präparat oft sehr ungleich in Grösse, viel mehr als das je bei den Blutplättchen der Fall ist, und haben sie auch ein ziemlich viel stärkeres Lichtbrechnngsvermögen wie die Blutplättchen. Was die äussere Form betrifft — die mich vielmehr an Saccharomyceskolonien erinnert als an Gruppen von Blutplättchen — muss ich mich ganz der Ansicht BIZZOZERO's [1])

[1]) Internat. Beiträge zur Wissensch. Medicin, Festschrift R. Virchow gewidmet, Bd. 1, S. 460.

Digitized by Google

anschliessen, dass darin kein Grund vorhanden ist um einen Zusammenhang zwischen WOOLDRIDGE's A. Fibrinogen und den Blutplättchen anzunehmen.

Das Nucleoalbumin kann auch unmittelbar in dieser Form aus Oxalat- und anderem Plasma erhalten werden, wenn das Plasma mit zwei Volum Wasser verdünnt, mit Essigsäure schwach sauer gemacht, und dann nur so lange centrifugirt wird dass der Niederschlag sich zum grössten Theil abgesetzt hat. Wird jetzt die opalescirende Flüssigkeit, aus welcher das Nucleoalbnmin nur theilweise, das Paraglobulin und das Fibrinogen aber, insofern diese Stoffe gefällt sind, ganz entfernt ist, in den Eisschrank gebracht, so findet man nach einigen Stunden den Boden und theilweise auch die Wand des Gefässes mit einem Niederschlag besetzt, von welchem die Flüssigkeit ohne Verlust von Bedeutung abgegossen werden kann. Dieser Niederschlag besteht gänzlich aus den oben beschriebenen Körperchen, ist, bei Körpertemperatur, leicht löslich in indifferenter Kochsalzlösung, und stimmt in all seinen Eigenschaften mit dem auf andere Weisen bereiteten Nucleoalbumin überein.

Dieser Befund machte es sehr wahrscheinlich, dass auch der Bodensatz welcher sich in Peptonplasma bei Abkühlung bildet, nichts anderes sein würde als Nucleoalbumin, die Muttersubstanz also des Fibrinferments, und nicht, wie WOOLDRIDGE glaubte, eine Muttersubstanz des Fibrins.

Es stellte sich heraus dass dies wirklich der Fall war.

Peptonplasma, welches eine Nacht über im Eisschrank gestanden hatte, und aus welchem sich ein Bodensatz von „A. Fibrinogen" abgesetzt hatte, wurde bei 0° C. filtrirt. Darauf wurde das Filter bei 37° C. mit Na Cl 0.6 pCt. extrahirt. Ein Theil des klaren Extractes wurde mit einer Lösung von reinem Fibrinogen aus Rindsblut, und ein wenig $CaCl_2$ vermischt. Nach 10 Minuten war das Gemisch vollständig geronnen. Ein anderer Theil wurde mit dem gleichen Volum H Cl 0.2 pCt. vermischt; der völlig klaren Flüssigkeit wurde eine Lösung von Pepsin in H Cl 0.2 pCt. hinzugefügt. In der, während der Nacht bei 37° C. digerirten Mischung hatte sich am folgenden Morgen ein in Kali und in Ammon leicht löslicher Niederschlag gebildet. — Wurde die Lösung von „A. Fibrinogen" in Na Cl langsam im Wasserbade erwärmt, so trübte sie sich bei 56° C., in Folge Verunreinigung mit Fibrinogen, wie zu erwarten war, da durch blosses Filtriren der Bodensatz nicht vollkommen von den anderen Bestandtheilen des Plasma's getrennt sein konnte. Die Flüssigkeit wurde nun, zur völligen Entfernung des Fibrinogens, einige Minuten auf 60° C. erwärmt und dann filtrirt. Das klare

Digitized by Google

Filtrat fing jetzt an sich zu trüben bei 65° C., der Gerinnungstemperatur des Nucleoalbumins.

WOOLDRIDGE hat diese Substanz für einen Mutterstoff des Fibrins gehalten, u. A. weil von „A. Fibrinogen" befreites Peptonplasma die Fähigkeit bei Durchleiten von Kohlensäure und nach Verdünnung mit Wasser zu gerinnen verloren hat, diese Fähigkeit aber wieder bekommt sobald „A. Fibrinogen" aufs Neue hinzugesetzt wird. Daraus geht aber nur hervor dass diese Substanz auf die Gerinnung Einfluss hat, nicht dass sie selbst das eiweissartige Material für das Fibrin abgiebt.

In meiner vorigen Mittheilung habe ich nachzuweisen versucht dass bei der Einführung von Pepton in das Blut beim Hunde, die Albumose den Kalk bindet, sodass das Zymogen, das ist also das Nucleoalbumin, verhindert wird Fibrinferment zu bilden. Der Kalk bleibt dabei gelöst: klares Peptonplasma giebt mit Ammoniumoxalat einen Niederschlag von Calciumoxalat. Sowohl durch Durchleiten von CO_2 und Hinzufügen von Salzsäure oder Essigsäure bis zur Neutralisation, als durch Verdünnung mit Wasser, wird die Wirkung der Albumose geschwächt oder ganz aufgehoben, und das Nucleoalbumin in den Stand gesetzt den Kalk aufzunehmen, und auf das Fibrinogen zur Fibrinbildung zu übertragen. Das ist aber natürlicherweise nicht mehr möglich, wenn erst das Nucleoalbumin — das „A. Fibrinogen" — aus dem Plasma entfernt ist. Gauz in Uebereinstimmung hiermit fand ich, dass dem durch Abkühlung von „A. Fibrinogen" befreiten Peptonplasma die Fähigkeit beim Durchführen von CO_2 oder nach Verdünnung mit Wasser zu gerinnen vollkommen zurückgegeben wird durch Zusatz von aus Oxalatplasma des Rindes bereitetem Nucleoalbumin.

Ein anderer Grund von WOOLDRIDGE für seine Meinung, die mittelst Abkühlung aus Peptonplasma ausgeschiedene Substanz habe Recht auf den Namen Fibrinogen, ist dieser, dass dieser Stoff sich leicht in eine fibrinartige Substanz verwandelt. „Die Substanz", sagt er [1]), „welche sich bei der Abkühlung ausscheidet, kann mit Recht als Fibrinogen bezeichnet werden, da sie sich mit grosser Leichtigkeit in Fibrin umwandelt". Es ist leicht sich davon zu überzeugen dass W.'s A. Fibrinogen durch Filtriren oder durch Abhebern von Plasma getrennt, in Wasser oder in einer geringen Menge einer schwachen Kochsalzlösung aufbewahrt, bald weniger

[1]) Die Gerinnung des Blutes. Nach dem Tode des Verf. herausgeg. von M. VON FREY, Leipzig, 1891, S. 45.

Digitized by Google

löslich wird, und schliesslich in eine gallertartige, fibrinähnliche Masse übergeht. Daraus darf aber nicht gefolgert werden dass das „A. Fibrinogen" selbst Fibrin liefert. Denn diese Substanz wird durch Filtriren oder Abheben nicht ganz von den anderen Bestandtheilen des Plasma's getrennt. Der in Wasser aufgenommene Bodensatz ist nichts Anderes als verdünntes Peptonplasma mit einem relativ grossen Gehalt an Nucleoalbumin, und man darf sich nicht wundern dass darin Gerinnung beobachtet wird, da ja das gewöhnliche Peptonplasma, das viel weniger Nucleoalbumin enthält, schon nach Verdünnung mit Wasser gerinnt. Ausserdem wird das Nucleoalbumin selbst bein Stehen in solcher Weise verändert, dass seine Löslichkeit in Salz geringer wird; dabei ist aber nicht die Rede von Fibrinbildung, sondern von Freiwerden von Nuclein und derartigen Stoffen. Beide Processe, Fibrinbildung aus Fibrinogen und Spaltung van Nucleoalbumin sind zu gleicher Zeit, aber nicht immer jeder in derselben Maasse, im Spiel bei den Veränderungen welche W.'s A. Fibrinogen beim Aufbewahren durchmacht, und so ist es auch zu begreifen dass WOOLDRIDGE spricht von einer „allmähligen Umwandlung des Niederschlags in einen fibrinartigen Körper, der *in manchen Fällen* von wirklichem Fibrin gar nicht zu unterscheiden ist" [1]).

Wie es kommt, dass Nucleoalbumin sich bei Abkühlung so viel leichter aus Peptonplasma als aus andersartigem Plasma ausscheidet, ist mir nicht klar geworden. Ebensowenig wie HALLIBURTON [2]) habe ich je aus andersartigem Plasma diesen eigenthümlichen Niederschlag von Kügelchen abgesetzt gefunden, wenn ich nicht das Plasma, wie oben beschrieben, erst angesäuert hatte. WRIGHT theilt aber mit [3]), dass er sich einen solchen Niederschlag ausnahmslos absetzen sah bei der Abkühlung von entkalkten Plasma. Vielleicht ist der Alkaligehalt hierbei im Spiel. Dass die Reaction nicht nothwendigerweise sauer zu sein braucht, beweist die Ausscheidung des Niederschlags bei der Abkühlung einer neutralen, Nucleoalbumin enthaltenden Kochsalzlösung. WOOLDRIDGE bemerkt auch, dass die Ausscheidung seines A. Fibrinogens durch Sättigen des gekühlten Peptonplasma's mit CO_2 befördert wird.

Von diesem Gedanken ausgehend habe ich untersucht, ob vielleicht der Alkaligehalt des Blutplasma's durch Peptoneinspritzung

---

[1]) l. c. S. 46.

[2]) Journ. of Physiol., Vol. IX, p. 277.

[3]) The Lancet, Febr. 27, 1892.

Digitized by Google

verringert wird. Dazu wurde, vor der Einspritzung des Peptons (einer 10 procentigen genau neutralisirten Lösung von GRÜBLER's Pepton) in die Vena des Hundes, Blut in einer neutralen Lösung von Kaliumoxalat oder Fluornatrium aufgefangen, um den Alkaligehalt des Blutes vor und nach der Peptonwirkung bestimmen zu können. Beim Titriren der verschiedenen Plasma's mit zehntel-normal-Salzsäure fand ich aber keinen Unterscheid in dem Alkaligehalt von Peptonplasma und entkalktem Plasma, der die leichtere Ausscheidung des Nucleoalbumins aus dem Peptonplasma erklären könnte [1]).

Wenn auch diese Frage einstweilen unbeantwortet bleiben muss, dennoch giebt, wie ich glaube, die Möglichkeit aus jedem Plasma, in welcher Weise auch die Gerinnung hintangehalten sein möge, mittelst Ansäuern und Abkühlen einen, in Form und Eigenschaften ganz mit dem WOOLDRIDGE'schen A. Fibrinogen übereinstimmenden Niederschlag zu erhalten, volles Recht die von WOOLDRIDGE als einen Mutterstoff des Fibrins angesprochene Substanz, als einen Mutterstoff des Fibrinferments zu betrachten.

Nach Allem was schon über die Entstehung des Fibrinferments, hauptsächlich durch die Arbeite von A. SCHMIDT und seine Schüler, ans Licht gekommen ist, kann wohl schwerlich daran gezweifelt werden, dass das Nucleoalbumin aus den Formelementen des Blutes beim Absterben, frei wird. Ganz in Einklang mit dieser Auffassung ist die Wirkung verschiedener die Gerinnung des Blutes verhindernden Stoffe.

In allen von mir untersuchten Fällen wirken diese Stoffe der Entstehung des Fibrinfermentes entgegen; einige binden die Kalk-

---

[1]) Nach dem Abschluss dieser Arbeit erfuhr ich dass J. SALVIOLI den Alkaligehalt des Peptonblutes niedriger als denjenigen normalen Hundeblutes gefunden hat. (Arch. Ital. de Biologie, T. XVII, p. 155). Meine diesbezüglichen Versuche sind nicht zahlreich genug dass ich darin genügenden Grund finden könnte das Resultat SALVIOL 's anzuzweifeln. Nur will ich bemerken dass S. nichts über die Reaction der injicirten Peptonlösung mittheilt. Lösungen von Handelspepton reagiren oft sauer.

SALVIOLI fand weiter, dass die rothen Blutkörperchen des Hundes im Peptonblut besser conservirt bleiben als in normalem Blut. Ich bin sehr bereit anzunehmen dass Albumose einigermassen eine schützende Wirkung auf die rothen Blutkörperchen, wie Blutegelextract und Fluornatrium dieselbe haben, besitzt, ebenso wie es, sowie die beiden genannte Stoffe, der Wirkung von schon gebildetem Fibrinferment mehr oder weniger hinderlich ist. Meiner Ansicht nach ist aber die Wirkung der Albumose in dieser Hinsicht von untergeordneter Bedeutung, in Vergleich zu dem Einfluss welchen sie durch die Bindung des Kalkes auf die *Bildung* des Fibrinferments hat.

Digitized by Google

salze des Plasma's, andere dagegen beeinflussen das Nucleoalbumin oder verhindern das Freiwerden desselben, wieder andere wirken in beiden Richtungen zu gleicher Zeit.

Kalium- und Natriumoxalat sind nur wirksam durch die Fällung des Kalkes. Beim Absterben der im Blut schwebenden Elemente kommt Nucleoalbumin in Lösung; es kann aber, bei Mangel an Kalk, das Fibrinogen nicht verändern. Hinzufügen von $CaCl_2$ oder $CaSO_4$ ruft, in kurzer Frist, vollkommene Gerinnung hervor.

In derselben Weise wirken citronensaure Alkalien. GRIESBACH vermuthet, Ammoniumcitrat fixire die Zellen des Blutes und wirke dadurch der Gerinnung entgegen [1]. Ich will nicht ganz in Abrede stellen, dass Citrate eine einigermassen conservirende Wirking auf die Formelemente des Blutes haben können, dass darauf aber die Verhindering der Gerinnung beruht, kann ich nicht zugeben. Ich habe in Beziehung hierauf das Blut des Hundes, des Kaninchens und des Pferdes untersucht, und jedesmal gefunden, dass mit Natriumcitrat gemischtes Blut ebenso leicht wie mittelst Kaliumoxalat flüssig gehaltenes Blut durch Hinzufügen von $CaCl_2$ oder $CaSO_4$ zur Gerinnung gebracht wird, was wohl nicht der Fall sein würde wenn das Nucleoalbumin nicht in gelöster Form vorhanden war. Citronensäure fällt den Kalk des Plasma's nur theilweise. Das, mittelst Centrifugiren erhaltene, klare Plasma giebt mit Ammoniumoxalat noch deutliche Kalkreaction. Calciumcitrat ist aber ein Salz, welchem das Nucleoalbumin nicht oder nur sehr schwer Kalk zu entnehmen im Stande ist, wie aus den folgenden Versuchen hervorgeht:

I. Nucleoalbumin aus Oxalatplasma des Hundes wird gemischt mit einer Lösung reinen Fibrinogens. Die Flüssigkeit wird in zwei Hälften *a* und *b* getheilt. Bei *a* werden ein Paar Tropfen $CaCl_2$ 1 pCt. zugesetzt, bei *b* einige Tropfen einer gesättigten Calciumcitratlösung [2]. *a* ist nach $1\frac{1}{4}$ Stunde vollständig geronnen, während *b* nach 24 Stunden noch keine Spur von Gerinnung zeigt, dann aber, nach Verdünnung mit Wasser, ein sehr geringfügiges Gerinnsel absetzt.

II. Oxalatplasma des Hundes, mit zwei Volum Wasser verdünnt

---

[1]) Pflüger's Archiv, Bd. L, S. 537.

[2]) Die Bereitung war folgende: Natriumcitratlösung wurde mit Chlorcalcium versetzt. Die Flüssigkeit wurde, um die Ausscheidung des Calciumcitrats zu fördern, einige Augenblicke gekocht, und dann filtrirt. Der Niederschlag wurde mit Wasser gewaschen und darauf bis zur Sättigung in Wasser gelöst. Die Lösung enthielt 0.12 pCt. Calciumcitrat.

Digitized by Google

und mittelst Essigsäure von Nucleoalbumin befreit, wird mit in stark verdünntem Kali gelöstem Nucleoalbumin gemischt und mit Kali genau neutralisirt. Die beim Neutralisiren sich trübende und mit ein wenig Na Cl wieder aufgeklarte Flüssigkeit wird in zwei Theile *a* und *b* vertheilt. Bei *a* werden ein Paar Tropfen Ca Cl_2 1 pCt. zugesetzt, bei *b* einige Tropfen einer gesättigten Calciumcitratlösung. *a* ist nach 15 Minuten völlig geronnen, in *b* hat sich nach einer Stunde ein nur sehr geringfügiges Coagulum gebildet.

III. Citratplasma des Pferdes, mit zwei Volum Wasser verdünnt nnd mittelst Essigsäure von Nucleoalbumin befreit, wird mit in stark verdünntem Kali gelöstem Nucleoalbumin aus Oxalatplasma des Hundes vermischt, und mit Kali neutralisirt. Die Flüssigkeit wird beim Neutralisiren trübe, und nach Zusatz von ein wenig Na Cl wieder klar. Sie wird in zwei Theile *a* und *b* vertheilt. Bei *a* ein Paar Tropfen Ca Cl_2 1 pCt., bei *b* einige Tropfen Calciumcitratlösung. *a* ist nach 20 Minuten vollständig geronnen, *b* gerinnt nicht.

Das aus Citratplasma bereitete Nucleoalbumin unterscheidet sich in keiner Hinsicht von dem aus auf andere Weisen vor Gerinnung geschütztem Plasma erhaltenen.

Die Ursache des Flüssigbleibens von in Natriumcitrat aufgefangenem Blut (ich gebrauchte etwa 10 C.C. 5 procentige Natriumcitratlösung auf 90 C.C. Blut) ist also in der Bindung des Kalkes von der Citronensäure, nicht in der Abwesenheit von Nucleoalbumin zu suchen. Wie aus den oben citirten Versuch I abgeleitet werden muss, scheint das Calciumcitrat bei starker Verdünnung der Lösung etwas leichter an das Nucleoalbumin Kalk abzugeben. In Einklang damit fand ich auch bisweilen, dass Citratplasma, ohne Zusatz eines Kalksalzes, durch Verdünnung mit Wasser in geringen Maasse zur Gerinnung gebracht wnrde.

Anders verhält sich das Blut welches durch Vermischung mit Blutegelextract flüssig gehalten wird.

Das Extract wurde in dor bekannten Weise bereitet. Die Blutegelköpfe wurden eine Zeit lang, bisweilen einige Tage, bisweilen aber auch Wochen oder Monate, unter 97 procentigen Alkohol gehalten, dann über Schwefelsäure getrocknet, und darauf, fein zerschnitten, in soviel indifferonter Kochsalzlösung gebracht, dass auf einem Blutegelkopf 10 C.C. Flüssigkeit kam. Nach 24 Stunden wurde die Flüssigkeit filtrirt. Das Blut verschiedener Thierarten blieb immer flüssig wenn es, in dem Verhältniss von 4 Volum Blut auf 1 Volum Blutegelextract, mit diesem Extract vermischt wurde.

Das klare Plasma, mittelst Centrifugiren von derartigem Blut erhalten, gerinnt nicht nach Verdünnung mit Wasser, oder nach

Digitized by Google

Hindurchleiten von Kohlensäure, oder nach Zusatz von Ca Cl² oder Ca SO⁴, aber es gerinnt wohl und vollständig nach Zusatz von aus Blutplasma ausgeschiedenem Nucleoalbumin. Hier ist also kein Mangel an für die Bildung des Fibrinfermentes brauchbaren Kalksalzen, sondern Mangel an Nucleoalbumin.

Damit steht auch in Einklang dass bei der Einspritzung von Blutegelextract in die Venen bei Thieren gar nicht diese heftigen Vergiftungssymptome wie bei der Injection von Kalk bindenden Substanzen beobachtet werden. Bei der Einspritzung von Blutegelextract kann zwar eine Blutdruckerniedrigung vorkommen, sie ist dann aber unbedeutend, und schnell vorübergehend. Auch Zeichen von Dyspnoe und von Schmerz, und Würgbewegungen werden hier nur in geringem Maasse, oder ebenso wie die Blutdruckerniedrigung, gar nicht gefunden.

Bei einem Hunde von 6 K.G. wurden in der Zeit von 10 Minuten 145 CC. Blutegelextract in die Vena jugularis injicirt. Der Blutdruck, in der Art. cruralis gemessen (zwischen dem Quecksilber des Manometers und dem Blut der Arterie befand sich Blutegelextract) war vor der Einspritzung ± 160 Mm., und stieg, während und nach der Injection, ohne die geringste vorübergehende Senkung, bis auf 170 bis 180 Mm. an. Nach der Einspritzung von 40 CC. machte das Thier eine Würgbewegung. Ueberigens war nichts Abnormes zu beobachten. Das nach der Injection ausgeflossene Blut blieb ganz flüssig.

Bei einem Kaninchen von 2100 Grm. wurde in der Zeit von 4 Minuten 40 CC. Blutegelextract in die Vena jugularis eingespritzt. Der Blutdruck in der Carotis, welcher vor der Injection ± 130 M. betrug, behielt während und nach der Injection dieselbe Höhe. Das darauf entnommene Blut gerann nicht.

Ein Paar Beispiele mögen hier nog Platz finden um zu zeigen dass, wenn auch schon einige Vergiftungssymptome auftreten, dieselbe auch nicht entfernt in Vergleich kommen können mit dem was bei der Einspritzung von Kalk bindenden Stoffen beobachtet wird.

Bei einem Hund von 6.5 Kg. wurden innerhalb einer Minute 40 CC. Blutegelextract in die Vena jugularis eingespritzt. Das Thier wurde unruhig und schrie. Der Blutdruck, in der Carotis gemessen, sank von ± 170 Mm. bis auf ± 70 Mm. Sogleich aber wurde der Hund wieder ruhig — ohne auch nur im Geringsten in Betäubung zu gerathen — und fing der Blutdruck an wieder zu steigen, sodass derselbe 3 Minuten nach der Einspritzung wieder eine Höhe von ± 125 Mm. erreicht hatte. Jetzt wurden, innerhalb 6 Minuten noch 60 CC. des Extractes injieirt, wobei das Thier ruhig blieb, und der

Digitized by Google

Blutdruck bis auf ± 155 Mm. anstieg, um, nach Ablauf der Injection, auf dieser Höhe zu bleiben. Das darauf der Carotis entnommene Blut blieb ganz flüssig.

Bei einem anderen Hund von 7 Kg. wurde in der Zeit von 2 Minuten 90 CC. Blutegelextract in die Vena jugularis eingespritzt. Das Thier wurde unruhig, und der Blutdruck in der Carotis, der vor der Einspritzung ± 160 Mm. betrug, sank, stieg aber bald wieder an, sodass dieselbe 1 Minute nach der Einspritzung wieder die Höhe von ± 160 Mm. erreicht hatte. 2 Minuten nach dem Ende der Injection wurden noch 60 CC., im Laufe einer Minute, eingespritzt. Der Hund fing an stark zu zittern, und der Herzschlag wurde sehr langsam. Während jeder Herzpause sank der Druck tief, um bei jeder Systole wieder ebensoviel an zu steigen. Bald kam das Thier zur Ruhe, der Herzschlag wurde wieder normal, und eine Viertelstunde nach der Injection war die Unruhe ganz verschwunden, und der mittlere Blutdruck 130 Mm. Das darauf aus der Carotis aufgefangene Blut gerann nicht.

Indem also das Blutegelextract die Kalksalze des Blutes unberührt lässt, beugt es dem Freiwerden des Nucleoalbumins vor. Dabei stellt sich heraus dass das Nucleoalbumin von den Blutkörperchen herstammt. Wenn man nämlich die, mittelst der Centrifuge vom Plasma getrennten, Blutkörperchen mit Wasser behandelt, so löst sich bei der Zerstörung der Körperchen die Substanz welche das Plasma zur Gerinnung nöthig hat. Wird die lackfarbige Flüssigkeit mit dem klaren Plasma vermischt, so folgt vollständige Gerinnung. Aus dieser lackfarbigen Flüssigkeit, welche sich durch Filtriren ziemlich wohl von den Blutkörperchenresten trennen lässt, kann mittelst Essigsäure Nucleoalbumin gefällt werden, welches, ebensogut wie von Oxalatplasma herstammendes Nucleoalbumin, das klare Blutegelplasma zur Gerinnung zu bringen im Stande ist. Auch wenn die aus dem Blut abgesetzten Körperchen in ein gleiches Volum 10 procentiger Kochsalzlösung vertheilt, und dann wieder mit der Centrifuge von der Salzlösung getrennt werden, erhält man ein Extract, aus welchem, nach Entfernung des Salzes mittelst Dialyse, mit Essigsäure Nucleoalbumin gefällt werden kann, das im Stande ist, mit $Ca\,Cl_2$ reine Fibrinogenlösungen zur Gerinnung zu bringen, und das klare Blutegelplasma, ohne Zusatz von Kalksalzen, gerinnen zu machen.

Wie DICKINSON bemerkt hat [1]), kann das mit Blutegelextract ge-

[1]) Journ. of Physiol., Vol. XI, p. 566.

Digitized by Google

mischte Blut, in Gegensatz zum klaren Plasma, durch Verdünnen mit Wasser wohl zur Gerinnung gebracht werden. Die Ursache des Unterschieds ist jetzt klar. Bei Verdünnuug des Blutes mit Wasser, werden die dariu schwebenden Körperchen angegriffen; Nucleoalbumin kommt in Lösung, und die Bildung des Fibrinferments ist ermöglicht. Ebenso gerinnt das Plasma nach Verdünnung mit Wasser wenn die Ausscheidung der Blutkörperchen in ungeuügender Maasse stattgefunden hat.

DICKINSON sagt hierüber: „Dilution of the clear plasma to any extent is without effect, but dilution with destilled water of plasma from which the corpuscles have not been removed, will sometimes provoke slow clotting" [1]).

Mir ist es aber ausnahmslos gelungen das Blut durch Verdünnung in *kurzer* Zeit zu *vollständiger* Gerinnung zu bringen, ob nun das Blut ausserhalb des Körpers in Blutegelextract aufgefangen war, oder ob die Mischung im Körper selbst, durch Einspritzung des Extractes in eine Vena, stattgefunden hatte. Es ist nur wesentlich dass eine genügende Menge Wasser zugesetzt wird.

Ein einziges Beispiel genüge:

Einem Hund von 4.7 K.G. wurde 85 CC. Blutegelextract in Verlauf von 10 Minuten in die Vena jugularis eingeflösst. Das Thier zeigte keiu einziges Vergiftungsymptom. Der Blutdruck stieg während der Injection von ± 140 Mm. bis auf ± 155 Mm. an. Von dem darauf der Carotis entnommenen Blut wurden in vier Röhrchen, *a*, *b*, *c* und *d* gleiche Mengen gebracht:

a wurde mit Na Cl 0.6 pCt., *b* mit ebeusoviel Na Cl 0.6 pCt. in welchem Nucleoalbumin aus Oxalatplasma gelöst war, *c* mit ½ Volum Wasser, *d* mit 2 Volum Wasser vermischt. Darauf wurden die Röhrchen in das Wasserbad bei 37° C. gebracht.

a gerann nicht;

b war nach 20 Minuten vollkommen fest geworden;

c zeigte nach ½ Stunde eiue Spur von Gerinnuug, war aber nach 24 Stuudeu nur sehr unvollkommen geronnen;

d war nach 10 Minuten vollständig geronnen.

Für die Gerinnung des Blutegelplasma's ist nämlich ein ziemlich hoher Nucleoalbumingehalt erforderlich. Setzt man zu wenig Wasser hinzu, so kommt nicht genug Nucleoalbumin iu Lösung. In zahlreichen Versuchen stellte sich heraus dass klares Blutegelplasma nach Zusatz einer geringen Menge Nucleoalbumin nicht oder unvoll-

[1]) l. c., p. 565.

Digitized by Google

ständig, nach Zusatz einer grösseren Menge desselben Nucleoalbuminpräparats vollständig gerinnt.

DICKINSON hat dasselbe beobachtet in Bezug auf die Nucleoalbumin-Kalkverbindung, das Fibrinferment. Um das Blutegelplasma gerinnen zu machen, muss man ziemlich grosse Mengen von Fibrinferment zusetzen, und wenn Fibrinferment einige Stunden mit Blutegelextract bei Körpertemperatur digerirt wird, verliert es seine fibrinoplastischen Eigenschaften.

Auf diese Weise ist auch ein Befund zu erklären, der, bei oberflächlicher Betrachtung, dem aus den oben erwähnten Beobachtungen gezogenen Schluss, das Blutegelextract hälte das Freiwerden des Nucleoalbumins aus den Blutkörperchen hintan, zu widersprechen scheint — der Befund nämlich dass auch aus klarem Blutegelplasma, das durch Verdünnung nicht zum Gerinnen gebracht wird, mittelst Zusatz von 2 Volum Wasser und Ansäuern mit Essigsäure Nucleoalbumin ausgeschieden werden kann, welches vollkommen im Stande ist, mit Hülfe von Kalk Fibrinferment zu bilden.

Dabei muss in Betracht gezogen werden, dass beim Centrifugiren des Blutes viele Blutplättchen an der Oberfläche schwimmen bleiben, und das zahlreiche Blutplättchen und Leucocyten, und auch einzelne rothen Blutkörperchen nicht an den Boden geschleudert werden, sondern an den Seitenwänden des Gefässen haften bleiben. Immer kann man dann auch, beim Abhebern des klaren Plasma's, sehen, dass sich, beim Sinken des Flüssigkeitspiegels, ein weisses Wölkchen in der Flüssigkeit bildet, das unvermeidlich vom Heber mitgeführt wird. So bekommt man, auch wenn der Centrifugalapparat noch so kräftig arbeitet, nie ein Plasma das thatsächlich von Formelementen völlig befreit ist. Es scheint mir sehr zweifelhaft ob es möglich ist das Plasma ganz davon zu befreien, ohne auf andersartige Schwierigkeiten zu stossen. Filtriren durch Papier das so dicht ist dass man hoffen kann damit selbst die Blutplättchen zurückzuhalten, dauert zu lange dass man nicht fürchten müsste, die Blutkörperchen würden nicht so lange Zeit gut genug erhalten bleiben um kein Nucleoalbumin abzugeben. Lässt man Blutegelplasma längere Zeit — drei Tage z. B. — bei niedriger Temperatur mit dem Cruor in Berührung, so kann es zu einer mehr oder weniger vollständigen Gerinnung kommen, ein Beweis also dass dann, trotz dem Blutegelextract, Nucleoalbumin gelöst worden ist. Verwendet man zum Filtriren eine CHAMBERLAND'sche Kerze, welche so dicht ist dass sie Bakterien ganz zurückhält, so hält sie, meiner Erfahrung nach, nicht nur die Formelemente des Blutes, sondern auch Nucleoalbumin und Fibrinferment zurück, selbst wenn bei einem Druck von 6 bis 8 Atmos-

Digitized by Google

phären filtrirt wird. Demnach ist es mir wenigstens nie möglich gewesen mir für diese Versuche brauchbares Plasma, welches thatsächlich von den Formelementen des Blutes völlig getrennt war, zu bereiten.

Wird nun das Blutegelplasma, in welchem noch Körperchen schweben, mit Wasser verdünnt, so kommt eine geringe Menge Nucleoalbumin in Lösung, welche zwar durch das vorhandene Blutegelextract verhindert wird das Plasma zur Gerinnung zu bringen, nichtsdestoweniger aber von Essigsäure gefällt werden kann. Diese Fällung in einer kleinen Flüssigkeitsmenge gelöst, kann, weil jetzt die Concentration gross genug ist, die Wirksamkeit des Nucleoalbumin hervortreten lassen.

Der Widerspruch, verdünntes Blutegelplasma gerinne nicht, und enthalte dennoch sowohl Nucleoalbumin wie Kalksalze, ist desshalb nur scheinbar.

Aus dem Gerinnen des mit Blutegelextract vermischten Blutes sobald es mit Wasser verdünnt wird, und aus der Möglichkeit aus den von diesem Blute herkommenden Körperchen Extracte zu bereiten, welche reich an Nucleoalbumin sind und das klare Plasma leicht zur Gerinnung bringen, geht deutlich genug hervor, dass das Blutegelextract seine Fähigkeit, die Gerinnung zu verhindern, in erster Linie seinem Vermögen dankt, die im Blut schwebenden Körperchen zu conserviren, und auf diese Weise dem Freiwerden von Nucleoalbumin vorzubeugen, indem erst in zweiter Linie seine Eigenschaft in Betracht kommt, die Wirkung des Nucleoalbumins oder der Nucleoalbumin-Kalkverbindung zu hemmen, und, nach den Erfahrungen Dickinson's, deren Wirksamkeit sogar ganz zu vernichten.

Wie schön die verschiedenen in Blut vorkommenden Körperchen vom Blutegelextract conservirt werden, lehrt auch die mikroskopische Untersuchung. Insbesondere erhalten die Blutplättchen lange Zeit vollkommen ihre Form. Selbst wenn das Blut 24 Stunden gestanden hat, findet man an der Oberfläche noch eine Menge ganz homogene, genau kreisrunde Blutplättchen, welche nicht zusammenkleben. Je länger das Blut steht, desto grösser wird die Zahl von unregelmässigen und zu Klümpchen zusammengeklebten Blutplättchen.

Die Eigenschaft des Blutegelextractes das Blut vor Gerinnung zu schützen, und die Form der Blutkörperchen vortrefflich zu erhalten, kann mit Vortheil bei der mikroskopischen Blutuntersuchung, im Besonderen beim Zählen von Blutkörperchen verwendet werden, zumal das Extract durch Kochhitze nicht zerstört wird, und also, durch Kochen sterilisirt, und mit einem Wattepropf vor dem Eindringen von Bakterien geschützt, stets vorräthig gehalten werden kann.

Digitized by Google

Ich muss hierbei aber bemerken, dass die Wirksamkeit des Extractes durch Kochen zwar nicht vernichtet, aber doch einigermaassen verringert wird. Zum Beispiel:

Aus der Carotis eines Hundes wird in zwei Gläser, welche jedes 30 CC. Blutegelextract, das eine, A. ungekochtes, das andere, B. gekochtes, enthalten, je 120 CC. Blut aufgefangen. In beiden Gläsern bleibt das Blut flüssig, die Blutplättchen sind aber in B nicht so schön erhalten geblieben wie in A. Beide Gemische werden centrifugirt. Nachdem das klare Plasma abgehebert ist, werden die Blutkörperchen von A und B in 0.6 pCt. Na Cl vertheilt, centrifugirt, und, ohne dass die Flüssigkeit von den Körperchen abgehebert wird, die Nacht über im Eisschrank aufbewahrt. Am folgenden Morgen wird in B ein weiches, farbloses Coagulum in der Salzlösung gefunden, indem die abgesetzten Blutkörperchen in einer weichen Gallerte eingeschlossen sind. In A ist, weder in der Flüssigkeit, noch in der Blutkörperchenschicht, die Spur von einer Gerinnung zu beobachten. — Das klare Plasma von B blieb ebenso gut flüssig wie dasjenige von A.

Arthus und *Pagès* haben nachgewiesen dass auch Fluoride die Gerinnung zu verhüten im Stande sind [1]). Sie setzen die Wirkung von Fluor ganz in einer Linie mit derjenigen von Oxalsäure. Wenn Blut in Fluornatrium aufgefangen wird, so bleibt, nach der Auffassung dieser Forscher, die Gerinnung nur darum aus, weil der Kalk als Fluorcalcium gebunden, und so unfähig gemacht wird zur Bildung von Fibrinferment beizutragen. Noch in einer späteren Arbeit sagt ARTHUS in Bezug hierauf: „l'addition de doses supérieures à 1.5 pM. n'empêche la coagulation qu'en éliminant les sels calciques, le sang fluoré à 1.5 pM. coagulant toujours par addition de chlorure de calcium en quantité suffisante" [2]).

Meiner Erfahrung nach verhält sich die Sache nicht so einfach, sondern wirkt Fluornatrium nicht nur durch das Festlegen der Kalksalze, es verhindert ausserdem auch das Freiwerden des Nucleoalbumin aus den Blutkörperchen.

In Bezug hierauf habe ich das Blut des Pferdes und des Rindes untersucht, und ich fand in den beiden Blutarten, hinlänglich die Wirkung des Fluornatrium, keinen Unterschied, ausser hierin dass, indem Pferdeblut bei einem Gehalt an Fluornatrium von 0.15 pCt. ganz flüssig blieb, für das Ausbleiben der Gerinnung beim Rindsblut ein Gehalt von 0.25 pCt. erforderlich war. Wird nun dem

[1]) Arch. d. Physiol. norm. et pathol., Série V, T. II, p. 739.

[2]) ibid., Série V, T. IV, p. 345.

Digitized by Google

Fluorblut eine genügende Menge einer 1-procentigen Ca Cl_2-Lösung zugesetzt, so wird Gerinnung beobachtet, bei Zusatz aber einer 10-procentigen Chlorcalciumlösung, deren Menge also 10 Mal geringer sein kann, bleibt die Gerinnung aus, oder gerinnt das Blut nur sehr langsam und unvollständig. Es stellte sich heraus dass die Ursache des Unterschiedes in der Verdünnung des Blutes gelegen war. Zusatz von Wasser allein verursacht keine Gerinnung, ist aber einmal das Blut durch Wasserzusatz lackfarbig gemacht, dann ruft Chlorcalcium immer völlige Gerinnung hervor.

Hindurchleiten von CO_2 verursacht ebenso wenig Gerinnung wie in mit Kaliumoxalat oder mit Blutegelextract vermischtem Blut.

Setzt man zum durch Centrifugiren erhaltenen Plasma Ca Cl_2 hinzu, so entsteht ein grosser, käsiger Niederschlag. Auch hier bleibt die Gerinnung ganz oder nahezu ganz aus, wenn nur einzelne Tropfen einer 10-procentigen Chlorcalciumlösung zu einigen C.C. Plasma hinzugesetzt werden. Ist aber das Plasma mit Wasser verdünnt, so gerinnt die Flüssigkeit nach Zusatz von Ca Cl_2, wiewohl der Niederschlag, dessen Natur mir nicht näher bekannt geworden ist, der aber gewiss viel zu voluminös ist als dass man denselben als nur aus Fluorcalcium bestehend betrachten dürfte, ebenso gut wie im unverdünnten Plasma gebildet wird.

Es ist also, abgesehen von der Bildung des käsigen Niederschlags, ein Unterschied zwischen Fluorplasma und Blutegelplasma, in dem Sinne, dass beim Ersteren das bei Verdünnung mit Wasser frei werdende Nucleoalbumin das Plasma, bei Anwesenheit von Chlorcalcium zum Gerinnen bringen kann, was bei dem Blutegelplasma nicht der Fall ist. Dagegen ist Uebereinstimmung in so weit, dass in beiden Plasma's, wenn sie an Blutkörperchen noch reich sind, die Zerstörung der Blutkörperchen, in Folge welcher Nucleoalbumin in Lösung kommt, die Fibrinbildung, wenn wenigstens dem Fluorblut ein Kalksalz zugesetzt wird, ermöglicht wird. Der Unterschied ist leicht zu erklären. Wenn auch — was ich zu glauben geneigt bin — Fluornatrium, ebenso wie Blutegelextract, einen gewissen hemmenden Einfluss auf die Wirkung des Fibrinferments haben mag, so würde dieser Factor doch sogleich nach dem Zusatz von Chlorcalcium, wodurch ja das Fluor gebunden wird, in Wegfall kommen, während dieses Salz das Blutegelextract unberührt lässt.

Aus Fluorplasma kann, indem man es mit 2 Volum Wasser verdünnt und mit Essigsäure ansäuert, Nucleoalbumin von den oben beschriebenen Eigenschaften ausgeschieden werden. So wurde z. B. aus Fluorplasma des Pferdes gefälltes Nucleoalbumin in Na Cl 0.7 pCt. gelöst, bei 0° daraus wieder in der Form von „A. Fibrinogen" ge-

Digitized by Google

fällt, nochmals bei 35° C. in Na Cl 0.7 pCt. gelöst, und darauf der Reihe nach mit Kalkwasser, Kohlensäure und atmosphärischer Luft behandelt. Die so erhaltene Fermentlösung brachte das ursprüngliche Fluorplasma in 5 Minuten zum Gerinnen, und reine, resp. aus Hundeblut und aus Pferdeblut bereitete Fibrinogenlösungen in 2 Minuten.

Auch die aus dem Blut abgesetzten Blutkörperchen liefern nach Behandlung mit Wasser Nucleoalbumin, das mit Hülfe von Kalk als Fibrinferment wirkt.

Das Fluorplasma kann vom überschüssigen Fluornatrium befreit werden, durch Dialyse gegen eine indifferente Kochsalzlösung. Die im Plasma suspendirten Körperchen geben dann, indem das conservirende Salz entfernt wird, Nucleoalbumin ab. In Folge dessen bildet sich schon im Dialysator ein, wenn auch ziemlich geringfügiges Coagulum. Von Fluornatrium wird nämlich der Kalk nicht, wie von Oxalaten, vollständig aus dem Plasma gefällt. Man kann sich davon überzeugen, indem man klares Fluorplasma mit Ammoniumoxalat behandelt. Dann bildet sich nach einigen Augenblicken ein deutlicher Calciumoxalatniederschlag. Wenn also dass Nucleoalbumin während der Dialyse frei kommt, so findet es ein wenig Kalksalz zur Verfügung, zur Bildung von Fibrinferment. Jene Kalkmenge ist aber nur sehr gering, und in Folge dessen bleibt das Fibrinogen zum weitaus grössten Theil unverändert. Wird jetzt zu dem dialysirten und vom Gerinnsel getrennten Plasma $CaCl_2$ gesetzt, so bleibt die Bildung des käsigen Niederschlags, welcher im unveränderten Fluorplasma von $CaCl_2$ hervorgerufen wird, aus, und die Flüssigkeit wird bald vollkommen fest.

Die Befunde bezüglich der Wirkung von Blutegelextract und Fluornatrium liefern also eine Stütze für die aus anderen Gründen schon sehr plausibele Ansicht, dass der Mutterstoff des Fibrinferments, das Nucleoalbumin, von den im Blut befindlichen Körperchen herstammt. Es kommt mir wahrscheinlich vor, dass alle drei Arten von diesen Körperchen, die rothen Blutkörperchen, die Leucocyten und die Blutplättchen dabei im Spiel sind. Welche von diesen dann in erster Linie bei der Bildung des Nucleoalbumins in Betracht kommen scheint mir einstweilen noch nicht gut zu beurtheilen zu sein.

Halliburton und Friend [1]) erhielten aus den sorgfältig mit 1-procentiger Kochsalzlösung gewascheuen rothen Blutkörperchen in

[1]) Journ. of Physiol., Vol. X, p. 532.

Digitized by Google

reichlicher Menge eine Substanz, welche von HALLIBURTON früher schon aus Zellen aus Lymphdrüsen isolirt, und mit dem Namen „Cell globulin β", oder kurz „Cell-globulin" belegt war, eine Substanz welche im Stande war die Gerinnung von Natriumsulfatplasma zu befördern, und welche von $Mg SO_4$ vollständig gefällt wird, und in 5- bis 10 procentiger Kochsalzlösung, bei etwa 65° C. gerinnt. Es kommt mir sehr wahrscheinlich vor dass dieses, „Cell-globulin" nicht ein wahres Globulin ist, sondern das oben beschriebene Nucleoalbumin. Ich habe „Cell-globulin" nach einer der von HALLIBURTON angegebenen Methoden [1]) aus Lymphdrüsen des Rindes bereitet. Die frischen Lymphdrüsen wurden fein zerhackt, und in eine reichliche Menge 97-procentigen Alkohol gebracht. Nach 16 Tagen wurde der Alcohol abfiltrirt. Das Drüsengewebe wurde an der Luft getrocknet, und mit 10-procentiger Kochsalzlösung extrahirt. Das Extract fing bei 48° C. sich zu trüben an. Es wurde bis auf 50° C. erhitzt und dann filtrirt. Das klare Filtrat fing an bei weiterer Erhitzung, bei 60° C. trübe zu werden, und wurde bei 65° C. flockig. Jetzt wurde ein Theil des Extractes mittelst Dialyse vom Ueberschuss des Salzes befreit, und darauf mit soviel Salzsäure versetzt, dass die Flüssigkeit 0.1 pCt. H Cl enthielt. Die Flüssigkeit war leicht opalisirend, konnte aber durch wiederholtes Filtriren klar erhalten werden. Das Filtrat wurde mit einer klaren Pepsinlösung in 0.1 pCt. H Cl versetzt, und auf Körpertemperatur gebracht. Jetzt trübte sich die Flüssigkeit, und schied einen in Essigsäure unlöslichen, in Ammon aber leicht löslichen Niederschlag aus.

Es scheint mit nun nicht allzu gewagt, anzunehmen dass die von HALLIBURTON und FRIEND aus den rothen Blutkörperchen isolirte, und als Cell-globulin beschriebene Substanz Nucleoalbumin war, umsomehr als ich wiederholte Male aus den mit 0.6 bis 1-procentiger Kochsalzlösung gewaschenen rothen Blutkörperchen, durch Behandlung mit Wasser und dann mit Essigsäure, bedeutende Mengen Nucleoalbumin, das mit Kalk Fibrinogen zur Gerinnung brachte, bereiten konnte.

Ein ganz strenger Beweis, dass dieses Nucleoalbumin thatsächlich von den rothen Blutkörperchen selbst herstammt, wird in dieser Weise nicht geliefert. Denn, auch wenn die obere Cruorschicht entfernt wird, befinden sich zwischen den rothen Blutkörperchen immer zahlreiche Leucocyten und auch Blutplättchen. Auch wenn, wie in HALLIBURTON und FRIEND's Versuchen, die Leucocyten mittelst Aether vom dem mit Wasser behandelten Cruor getrennt werden,

[1]) Journ. of Physiol., Vol. IX, p. 258.

Digitized by Google

so hat man doch gar keine Garantie dass nicht die Zellen schon zuvor dem Wasser, mit welchem der salzgetränkte Cruor behandelt wurde, Nucleoalbumin abgegeben haben. Auch aus den zwischen den Blutkörperchen eingeschlossenen Blutplättchen wird vielleicht Nucleoalbumin in die Flüssigkeit aufgenommen. Die Arbeit LILIENFELD's [1]) hat es ja sehr wahrscheinlich gemacht dass diese Körperchen Nucleoalbumin enthalten.

Vielleicht darf aber aus der grossen Menge des Nucleoalbumins, das ich mittelst Essigsäure aus dem mit Wasser behandelten Cruor erhielt, (auch HALLIBURTON und FRIEND theilen mit dass sie Cellglobulin „in abundance" fanden) gefolgert werden, dass dieser Stoff auch von den rothen Blutkörperchen geliefert wird.

Dass das Nucleoalbumin, wenigstens zu einem grossen Theil, von den Leucocyten herstammt, wird wohl von Niemand bezweifelt werden. Ob man das Recht hat mit RAUSCHENBACH [2]) in dieser Hinsicht zweierlei Art von Leucocyten zu unterscheiden, will ich ganz unbesprochen lassen. Es scheint mir dass die Kenntniss der farblosen Zellen des Blutes noch gar nicht weit genug fortgeschritten ist um darüber zu urtheilen.

Wie sehr ich der Annahme geneigt bin dass die Blutplättchen bei der Bildung des Fibrinferments eine wichtige Rolle spielen, so habe ich doch zu wenig Thatsachen für die Vertheidigung einer solchen Meinung zu meiner Verfügung. So lange es noch nicht einmal sicher bekannt ist, ob diese Körperchen im völlig normalen, strömenden Blut vorhanden sind, scheint mir das Bestreben die Bedeutung dieser Elemente — ausser für die Bildung des weissen Thrombus — zu erforschen, unfruchtbar.

Einstweilen kann also nur gesagt werden dass das Nucleoalbumin aus den im Blut schwebenden Körperchen, bei derem Absterben, entsteht, ohne nähere Präcisirung der Bedeutung welche die verschiedenen Arten dieser Körperchen dabei haben.

Die Verbindung des Nucleoalbumins mit Kalk, das Fibrinferment, kommt, soweit ich finden konnte, in ihren Eigenschaften sehr nahe mit dem freien Nucleoalbumin überein. Sie ist löslich in verdünnten Salzlösungen, und wird durch Dialyse unvollständig daraus gefällt. Die Temperatur wobei sie gerinnt, und zugleich ihre Wirksamkeit verliert, wird oft etwas höher gefunden wie beim freien Nucleoalbu-

[1]) Referirt im Centralbl. f. Physiologie, Bd, V, S. 841,

[2]) Dissert. Dorpat, 1882.

Digitized by Google

min. Auf diesen Unterschied darf aber nicht viel Gewicht gelegt werden, mit Rücksicht auf den Einfluss von Salzgehalt und Concentration der Flüssigkeit auf die Gerinnungstemperatur. So wurde z. B. eine Nucleoalbuminlösung in $NaCl$ 0.7 pCt., welche bei 69° C. flockig gefällt wurde, nach Behandlung mit Kalkwasser in Ueberschuss und Kohlensäure, erst bei 73° C. flockig. Die Flüssigkeit hatte sich aber auch beim Hindurchleiten der Kohlensäure getrübt, und konnte also erst filtrirt für die Bestimmung der Gerinnungstemperatur gebraucht werden. Die Trübung konnte theilweise vielleicht von $CaCO_3$ verursacht sein, nachdem ein ziemlich grosser Ueberschuss von Kalkwasser zugesetzt war, sie bestand aber theilweise gewiss auch aus eiweissartiger Substanz, wie aus der Klebrigkeit des Niederschlags hervorging.

Die Nucleoalbumin-Kalkverbindung wird ebenso wie das nicht an Kalk gebundene Nucleoalbumin, falls die Lösung salzarm is, von Essigsäure gefällt, und von einem Ueberschuss dieser Säure wieder gelöst. So kann auch das Fibrinferment mittelst Essigsäure aus Blutserum ausgeschieden werden, durch Verdünnung der Flüssigkeit mit Wasser, und Zusatz von soviel Essigsäure dass das anfangs gefällte Serumglobulin sich, grösstentheils wenigstens, wieder löst. Der Niederschlag kann dann, durch wiederholtes Lösen in Alkali und Fällen mit Essigsäure gereinigt werden. Man kann sich aber nicht mit Sicherkeit davon überzeugen, dass das in dieser Weise bereitete Ferment thatsächlich Serumglobulinfrei ist. Dieser Zweck kann erreicht werden durch Verwendung des Princips der HAMMARSTEN'schen Methode für die Bereitung eines ganz Serumglobulinfreien Ferments. Wenn Rinderserum mit $MgSO_4$ gesättigt wird, bleibt, bekanntlich, ebenso wie beim Pferdeserum, das Fibrinferment theilweise gelöst. Wird nun das Filtrat kräftig dialysirt, bis es mit Kalilauge nur mehr eine geringe Trübung giebt von MgH_2O_2, so wird die Flüssigkeit, nach vorsichtigem Zusatz von verdünnter Essigsäure, zuerst opalescirend, und bald darauf bilden sich sehr feine Flöckchen, welche, mit Hülfe der Centrifuge, von der Flüssigkeit getrennt werden können. Der Bodensatz, in einer äusserst verdünnten Sodalösnng gelöst, bringt reines Fibrinogen zur Gerinnung und bildet, mit Salzsäure und Pepsin digerirt, einen Niederschlag von Nuclein.

Auch aus der nach HAMMARSTEN's Methode aus Rinderblutserum bereiteten Fermentlösung kann, nach kräftiger Dialyse, das Ferment mittelst Essigsäure gefällt werden. Man hat hierin ein Mittel zur Hand das Fibrinferment nicht nur von dem Serumglobulin, sondern auch von dem Serumalbumin vollkommen zu trennen. Nur ist es ein Uebelstand dass grosse Flüssigkeitsmengen verarbeitet werden

Digitized by Google

müssen mit einer nur geringen Ausbeute von Ferment, und dass das Ferment, wenn es längere Zeit in Lösung gehalten, oder in feuchtem Zustande aufbewahrt wird, ebenso wie das kalkfreie Nucleoalbumin, leicht alterirt wird.

Bei der Behandlung mit Essigsäure wird der Kalk nicht von dem Nucleoalbnmin getrennt, ebenso wenig wie bei der Behandlung der Ferments mit Oxalaten. Die Wirksamkeit des mittelst Essigsänre gefällten Ferments wird durch Znsatz von $Ca Cl_2$ nicht im Geringsten erhöht. Offenbar ist das Calcium im Fibrinferment in ganz anderer Weise gebunden wie in den gewöhnlichen Kalksalzen.

Das Nncleoalbumin das aus den Formelementen des Blutes erhalten werden kann, ist nicht die einzige derartige Snbstanz, welche mit Kalk Fibrinferment bildet.

In meiner vorigen Mitheilung habe ich schon angegeben, dass die durch Essigsäure fällbare Substanz welche aus der Thymusdrüse erhalten werden kann, und von WOOLDRIDGE „Gewebsfibrinogen" genannt ist, nicht für sich allein, wohl aber in Vereinigung mit Kalksalzen, Lösungen von reinem, nach der HAMMARSTEN'schen Methode bereitetem Fibrinogen zum Gerinnen bringen kann. Neuerdings hat WRIGHT nachgewiesen, dass dieses „Gewebsfibrinogen" ein Nucleoalbumin ist [1]), was ich vollkommen bestätigen kann, in dem Sinne, dass die nach der Vorschrift WOOLDRIDGE's durch Behandlung von Thymus- oder Testikelextract mit Essigsäure erhaltene Fällung, zum grössten Theil aus Nucleoalbumin besteht, daneben aber auch Nuclein und andere Stoffe enthält.

Dieses Nucleoalbumin unterscheidet sich von dem aus dem Blut erhaltenen hierdurch, dass es sich weniger leicht in Ueberschus von Essigigsäure löst, es stimmt damit aber in der Wirkung auf Fibrinogen völlig überein.

Ausser demjenigen aus der Kalbsthymus, untersuchte ich das Nucleoalbnmin aus Testikel von Kalb und Schafsbock, und fand jedesmal dass es, nach Zusatz von $Ca Cl_2$, oder nach Behandlung, der Reihe nach, mit Kalkwasser, Kohlensäure und atmosphärischer Luft, Lösungen von reinem Fibrinogen zur vollständigen Gerinnung bringen kann, ohne Kalk aber in Fibrinogen keine bemerkbare Veränderung veranlasst. Ein zweiter unterschied vom Nucleoalbumin des Blutes ist dieser, dass dasjenige aus Thymus und Testikel, wie

---

[1]) Brit. med. Journ. 1891, Sept. 19, p. 641.

Digitized by Google

auch WOOLDRIDGE bemerkt hat, einige Augenblicke gekocht werden kann ohne dass die Fermentwirking verloren geht, während das Nucleoalbumin aus dem Blut schon durch Erhitzen auf 65° bis 70° C. unwirksam gemacht wird. Wie ich früher mittheilte, geht aber auch die Wirksamkeit des Nucleoalbumins aus Thymus verloren wenn es einige Zeit hindurch (10 Minuten) auf 60° C. erhitzt wird.

Noch ein anderes Nucleoalbumin kann, mit Kalk verbunden, als Fibrinferment wirken, nämlich das Casein aus der Milch. Schon vor längerer Zeit theilte HAMMARSTEN mit dass Casein — damals noch für ein Alkalialbuminat gehalten, — die Gerinnung des Fibrinogens befördern kann[1]). Er fand dass Hydroceleflüssigkeit in welches reines Casein suspendirt wurde, nicht gerann, dass aber erst in von Paraglobulin befreitem Pferdeblutserum gelöstes, und dann mittelst Essigsäure daraus wieder gefälltes Casein leicht löslich war in Na Cl und fibrinoplastische Eigenschafte zeigte. Vielleicht beruhte der Unterschied in der Wirkung des reinen und des aus Serum gefällten Caseins nicht nur darauf, dass Ersteres nicht gelöst war, sondern auch auf dem Umstand dass Letzteres Gelegenheit gehabt hatte aus dem Blutserum Kalk aufzunehmen. Casein ist, ebenso wie anderes Nucleoalbumin, nicht im Stande ohne Kalk aus Fibrinogen Fibrin zu bilden. Sogar ist eine ziemlich grosse Menge Kalk, soviel dass die Caseinlösung deutlich opalescirend ist, erforderlich um Fermentwirking zu erhalten.

Ich bereitete das Casein nach HAMMARSTEN's Methode, durch wiederholtes Fällen mit Essigsäure und wieder Auflösen in möglichst wenig Ammon oder Kalilauge. Anfangs erhielt ich inconstante Resultate. Es stellte sich heraus dass die Ursache hierin gelegen war, dass ich nicht immer für das Vorhandensein von Kalk in genügender Menge Sorge getragen hatte. Wird das zwei oder drei Male mittelst Essigsäure gefällte Casein in so wenig Kalkwasser gelöst dass die Flüssigkeit neutral reagirt, so ruft die Lösung, mit reinem Fibrinogen vermischt, entweder keine oder nur sehr unvollständige Gerinnung hervor. Wird aber für die Auflösung ein reichlicher Ueberschuss von Kalkwasser gebraucht, und dann, um neutrale Reaction zu erhalten, der Reihe nach Kohlensäure und atmosphärische Luft hindurchgeführt ($CaCO_3$ wird dabei nicht gefällt), oder werden der Lösung einige Tropfen einer Chlorcalciumlösung zugesetzt, sodass die Flüssigkeit, bei Körpertemperatur wenigstens, ziemlich stark

[1]) Nova acta reg. Soc. Scient. Upsal., Ser. III, Vol. X, Untersuchungen über die Faserstoffgerinnung, § 3, S. 15.

Digitized by Google

opalescirend ist, so veranlasst Vermischung mit einer reinen Fibrinogenlösung ausnahmslos vollständige Gerinnung.

Ebenso wie Nucleoalbumin aus Thymus und Testikel, kann auch Casein einen Augenblick auf 100° C. erhitzt werden ohne seine Wirksamkeit einzubüssen. Anhaltende Erhitzung zerstört aber die Wirksamkeit.

Zum Beispiel:

Zweimal mit Essigsäure gefälltes Casein wird in Kalkwasser, bis zu äussert schwach alkalischen Reaction, gelöst. Die Lösung wird in drei gleiche Theile, *a*, *b* und *c* vertheilt. *a* wird einen Augenblick über die Flamme gekocht, *b* 5 Minuten lang im kochenden Wasserbad erhitzt. Nach dem die erhitzten Röhrchen abgekühlt sind, werden in alle drei Röhrchen gleiche Mengen gebracht einer reinen Fibrinogenlösung, und ausserdem in jedes ein Tropfen 10-procentiger Chlorcalciumlösung. *a* und *b* gerinnen vollständig, in *c* zeigt sich auch nach 24 Stunden nicht die Spur einer Gerinnung,

Es giebt also verschiedene Nucleoalbumine welche unter sich gemein haben nicht nur dass sie von Essigsäure gefällt, und von einem Ueberschuss dieser Säure wieder gelöst werden, sondern auch dass sie die Fähigkeit besitzen gewissen Calciumverbindungen — $Ca\ Cl_2$, $Ca\ So_4$, $Ca\ H_2\ O_2$, aber nicht oder äusserst schwierig an $(C_6\ H_5\ O_7)_2\ Ca_3$ — Kalk zu entnehmen, und diesen wieder auf Fibrinogen, zur Fibrinbildung, zu übertragen. Es braucht kaum gesagt zu werden dass nichtsdestoweniger, trotz dieser Punkte der Uebereinstimmung, zahlreiche Verschiedenheiten zwischen den verschiedenen, in der Gruppe der Nucleoalbumine zusammengehörigen Stoffen bestehen können, ebensowie z. B. himmelsbreit auseinandergehende Eigenschafte angetroffen werden bei den in der Gruppe der Aldehyde gehörenden Stoffen, welche, kraft der Atomgruppe C O H, alle zusammen die Fähigkeit haben an in Ammon gelöstem Silberoxyd Sauerstoff zu entziehen.

Nucleoalbumin veranlasst die Gerinnung nicht, wie WOOLDRIDGE es aufgefasst hat, indem es selbst in Faserstoff übergeht. Es ist im Stande, nach dem das Ferment seinen Kalk abgegeben hat, aufs Neue Kalk aufzunehmen, und wieder die Fermentwirkung auszuüben. Blutserum enthält viel Ferment, und daneben Kalksalze in Lösung. Es trübt sich nach Vermischung mit Ammoniumoxalat. In Folge dessen kann der Fermentgehalt, auch nachdem es schon die Ausscheidung beträchtlicher Fibrinmengen veranlasst hat, ungeschwächt

Digitized by Google

gefunden werden. Anders ist es aber wenn eine Fermentlösung mit Fibrinogen vermischt wird bei Abwesenheit von Kalksalzen. Dann beobachtet man dass die Wirksamheit des Ferments bald abnimmt, durch Zusatz von Kalk in geeigneter Form aber wieder erhöht werden kann, wie aus folgenden Versuchen zu ersehen ist.

I. Oxalatplasma von Pferdeblut, mittelst Essigsäure von Nucleoalbumin befreit und darauf mit Kalilange genau neutralisirt, das mit $Ca\ Cl_2$ keine Gerinnung giebt, wird mit einer schwachen Lösung von nach SCHMIDT's Methode bereitetem Fibrinferment versetzt, wovon eine unvollständige Gerinnung die Folge ist. Das noch Fibrinogen enthaltende Serum wird von dem Faserstoff getrennt, und in zwei gleiche Hälften getheilt. Die eine wird mit Gypslösung versetzt, die andere Hälfte mit ebensoviel Wasser. In der kalkhaltigen Flüssigkeit schied sich nun wieder ein schönes, wiewohl weiches Gerinnsel aus, in dem mit Wasser verdünnten Serum zeigte sich nicht die Spur von Fibrinbildung.

II. Nucleoalbumin aus Pferdeplasma wird in Kalkwasser gelöst. Die Lösung reagert äusserst schwach alkalisch, und wird mit dem 10-fachen Volum 97-procentigen Alkohol gefällt. Der Niederschlag bleibt einen Monat unter Alkohol, wird dann abfiltrirt und über Schwefelsäure getrocknet. Die trockene, zum Pulver zerriebene Substanz, welche in Wasser und in $Na\ Cl$ nur zu einem kleinen Theil löslich ist, wird in verdünnter Kalilauge gelöst. Die Lösung wird neutralisirt, und dann mit einer reinen Fibringenlösung gemischt. Die Mischung gerinnt vollständig. Das durch Auspressen des Fibrins erhaltene Serum wird mit reinem Fibrinogen vermischt und in zwei Hälften *a* und *b* vertheilt.

Zu *a* werden 2 Tropfen $Ca\ Cl_2$ 1 pCt. zugesetzt.

a und *b* sind beide in einer halben Stunde völlig fest geworden.

Das Serum von *b* wird vermischt mit Fibrinogen, und in zwei Hälften *c* und *d* vertheilt, *c* ohne, *d* mit $Ca\ Cl_2$.

c und *d* sind beide na 1 St. 15 Min. vollständig geronnen.

Das Serum von *c* mit Fibrinogen vermischt, und in zwei Hälften *e* und *f* vertheilt, *e* ohne, *f* mit $Ca\ Cl_2$.

Jetzt ist *e* nach 24 Stuuden nur unvolkommen geronnen, während *f* nach $3^1/_2$ Stunden vollständig fest geworden ist.

Das Serum von *e* von dem daraus ausgeschiedenen Faserstoff getrennt, bildet, nach Zusatz von $Ca\ Cl_2$, nach 20 Minuten ein grosses, glasartiges Gerinnsel.

Das Serum von *f* mit Fibriuogen vermischt, und in zwei Hälften *g* und *h* verteilt, *g* ohne, *h* mit $Ca\ Cl_2$.

g ist nach 10, *h* nach 8 Stunden vollkommeu geronuen.

Digitized by Google

Verschiedene derartige Versuche, mit Fermentlösungen verschiedener Abstammung, gaben ähnliche Resultate.

So lange Ferment im Ueberschuss da ist, hat Zusatz von $Ca\ Cl^2$ oder $Ca\ So_4$ keinen Einfluss auf die Gerinnung. Allmählich aber giebt das Ferment so viel seines Kalks ab, dass die Lösung kaum oder nicht mehr im Stande ist, Fibrin zu bilden, wenn nicht ein Kalksalz vorhanden ist, auf Kosten welches das Nucleoalbumin wieder zum Ferment werden kann. Dann wird das Ferment regenerirt, wie die Schwefelsäure bei der Aetherbereitung aus Alkohol regenerirt wird, mit diesem Unterschied aber dass, während im genannten Fall die Schwefelsäure, wenn nur mit dem Alkohol immer aufs Neue Wasserstoff und Sauerstoff zugeführt werden, bis ins Unendliche aufs Neue entstehen kann, das Nucleoalbumin nach einiger Zeit sich ausser Stande zeigt, wieder mit Kalk zu Fibrinferment zu werden. Dies hängt damit zusammen, dass das höchst complicirte Nucleoalbumin eine sehr labile Verbindung ist, welche, selbst in neutraler Lösung, nach verhältnissmässig kurzer Zeit, ihre typischen Eigenschafte verliert. Darauf komme ich später noch zurück.

Wie ich glaube geht aus dem Mitgetheilten hervor dass WOOLDRIDGE nicht nur sein A. Fibrinogen, sondern auch die Stoffe welche er Gewebsfibrinogen und Serumfibrinogen genannt hat, unrichtigerweise für Mutterstoffe von Fibrin gehalten hat. Nur das „Serumfibrinogen" — das mittelst Essigsäure aus Blutserum gefällte Fibrinferment — dürfte in so weit diesen Namen einigermassen beanspruchen, als es Kalk liefert für das Fibrin. In diesem Sinne hat aber WOOLDRIDGE die Sache gewiss nicht aufgefasst, und es würde auch nur Verwirrung stiften, wenn man den Namen Fibrinogen nicht nur auf den Eiweissstoff, aus welchem die Hauptmasse des Fibrins entsteht, sondern auch auf das Ferment, welches bei der Bildung des Fibrins nur Kalk abgiebt, anwenden wollte. WOOLDRIDGE hat die Meinung vertheidigt, dem Fibrinferment komme nur eine sehr untergeordnete Bedeutung bei der Gerinnung zu. Er betrachtet das Ferment vielmehr als ein Gerinnungsproduct, denn als eine Ursache von Gerinnung. „Schwaches Salzplasma (10-procentiges Kochsalzplasma) und Peptonplasma", so spricht er sich aus, „enthalten kein Fibrinferment; werden sie aber verdünnt, und durch Einleiten von Kohlensäure zur Gerinnung gebracht, so findet man im Serum Fibrinferment" [1]). Wiederholt hat er in seinen verschiede-

[1]) l. c. S. 39.

Digitized by Google

nen Mittheilungen darauf aufmerksam gemacht, dass Peptonplasma durch Fibrinferment nicht zum Gerinnen gebracht wird, wohl aber, wenigstens mit Hülfe von Kohlensäure, durch „Gewebsfibrinogen", einen Stoff welcher in Lösungen von der gewöhnlich Fibrinogen genannten Substanz (ohne Kalk) keine Gerinnung hervorruft.

Es ist gewiss nicht möglich, von allen Eigenthümlichkeiten des Peptonplasma jetzt schon eine ganz befriedigende Erklärung zu geben. Es kommt mir doch aber vor, dass die genannten Beobachtungen nicht als streitig betrachtet werden dürfen mit der Auffassung, im Blut sei Fibrinogen in Lösung, das, nach dem Absterben der im Blut schwebenden Körperchen, von Fibrinferment — sei es denn mit oder ohne Spaltung — in Fibrin verwandelt wird.

In Salzplasma und in Peptonplasma wird die Vereinigung von Nucleoalbumin mit Kalk verhindert. Es giebt, wie ich in meiner vorigen Mittheilung bemerkte, Grund für die Annahme, im Salzplasma werde dieser Vereinigung entgegengewirkt durch das Salz, das die Löslichkeit des Nucleoalbumins verringert. Magnesiumsulfat, welches das Nucleoalbumin am vollständigsten fällt, hat einen grösseren Einfluss wie Chlornatrium, sodass dabei durch Verdünnen mit Wasser allein die Gerinnung nicht hervorgerufen werden kann, sondern ausserdem die Masse der Kalksalze noch vergrössert werden muss. Beim Peptonplasma kann das Nucleoalbumin sich nicht mit dem Kalk verbinden, weil dieser von der Albumose festgehalten wird. Wird nun durch Verdünnen mit Wasser oder Einleiten von Kohlensäure, die Wirkung des Kochsalzes oder der Albumose verringert oder ganz aufgehoben, so kann das Fibrinferment gebildet werden, dem Fibrinogen Kalk abgeben, und sogleich, da im Plasma reichlich Kalksalze vorhanden sind, sich regeneriren. Das Fibrinferment ist dann ganz bestimmt die Ursache der Gerinnung, und dessen Anwesenheit im Serum beweist nur, dass es die Entstehung von noch viel mehr Fibrin hätte veranlassen können, falls nur mehr Fibrinogen im Plasma vorhanden gewesen wäre.

In Bezug auf das andere Bedenken, Fibrinferment wäre nicht, Gewebsfibrinogen aber wohl im Stande Peptonplasma gerinnen zu machen, muss an erster Stelle bemerkt werden, dass Wooldridge unter Fibrinferment nur das nach der Schmidt'schen Methode bereitete versteht. Nun ist aber die nach Schmidt bereitete Lösung nicht reich an Ferment. Der lange dauernde Verbleib unter Alkohol macht nicht nur das Globulin und das Albumin des Serums unlöslich, sondern beeinflusst auch die Löslichkeit des Ferments. Wiederholt habe ich die Beobachtung gemacht, dass auch das künstlich,

Digitized by Google

aus Nucleoalbumin des Plasma's und Kalk, bereitete Ferment unter Alkohol weniger löslich wird in neutraler Salzlösung. Kräftiger wirkende Fermentlösungen als die SCHMIDT'sche können Peptonplasma wohl zur Gerinnung bringen. WOOLDRIDGE selbst fand eine, wenn auch geringfügige, Ausscheidung von Fibrin aus Peptonplasma wenn dieses mit Blutserum vermischt wurde [1]). Er schrieb aber diese Wirkung nicht dem im Serum vorhandenen Fibrinferment zu, sondern anderen Bestandtheilen des Serums, insbesondere dem Lecithin. Wäre diese Erklärung richtig, so dürfte man erwarten, dass Oxalatplasma, das doch die Bestandtheile des Serums, ausser Fibrinferment und Kalksalze, enthält, dieselbe Wirkung haben würde, und das ist nicht der Fall. Man kann zwar Peptonplasma gerinnen machen durch Zusatz von aus Plasma bereitetem Nucleoalbumin in nicht zu geringer Menge, oder von viel Nucleoalbumin enthaltendem Blutkörperchenextract, wenn wenigstens das Peptonplasma auch von Kohlensäure zur Gerinnung gebracht wird. Bleibt das Peptonplasma auch nach dem Einleiten von Kohlensäure flüssig — was u. A. der Fall ist wenn es erst durch Abkühlen grösstentheils vom Nucleoalbumin (A. Fibrinogen) beraubt ist — so kann es, wie oben mitgetheilt, durch Zusatz von Nucleoalbumin die Fähigkeit, durch CO_2 zu gerinnen, zurückbekommen. Im Oxalatplasma ist aber die Nucleoalbuminmenge zu gering, diese Wirkung auszuüben.

Als Beispiel erwähne ich folgenden Versuch:

Peptonplasma, durch Abkühlen theilweise von Nucleoalbumin befreit, das, nachdem bei Zimmertemperatur 4 Stunden lang Kohlensäure hindurchgeleitet ist, flüssig bleibt, dann aber, als es, mit CO_2 gesättigt, auf ± 25° C. erwärmt wird, ein weiches Coagulum bildet, wird vermischt mit:

a. Wasser	Nach 24 St. ein kleines Gerinnsel.
b. dem aus demselben Plasma ausgeschiedenen, in Wasser gelösten, Nucleoalbumin	Gerinnt in 1 Stunde vollständig.
c. stark verdünnter $Ca\,Cl_2$ Lösung	nach 24 St. vollständig geronnen.
d. Blutkörperchen desselben Peptonblutes, in Wasser	nach 2 Stunden geronnen.
e. Oxalatplasma vom Rinderblut	gerinnt nicht
f. Serum vom selben Rinderblut	nach 4 Stunden geronnen (weiches Gerinnsel).

[1]) Journ of Physiol., Vol. IV, pag. 227.

Digitized by Google

Der Unterschied in der Wirkung von Oxalatplasma und Blutserum kann schwerlich Bestandtheilen wie Lecithin zugeschrieben werden. Zwar war das Oxalatplasma ein wenig verdünnt in Verhältniss zu dem Serum (900 CC. Blut waren in 100 CC. 1 procentiger Kaliumoxalatlösung aufgefangen); diese Verdünnung ist doch aber nicht gross genug um den Unterschied zu erklären. Es wäre aber möglich, die Wirkung des Serums beruhe nicht auf dem Fibrinferment sondern auf den im Serum gelösten Kalksalzen. Nun will ich nicht bezweifeln dass der Gehalt des Blutserums an Kalksalzen das Seinige beitragen kann zur Gerinnung des Peptonplasma's, dass aber das Fibrinferment an sich doch im Stande ist das Plasma, trotz der Albumose, zur Gerinnung zu bringen, das stellt sich heraus sobald man kräftigere Fermentlösungen als nach der SCHMIDT'schen Methode erhalten werden, in Anwendung zieht. Eine Lösung bereitet durch Extrahiren von BUCHANAN's „washed blood clot" mit 8 procentiger Kochsalzlösung, macht selbst Peptonplasma, welches durch Verdünnung mit Wasser nicht zur Gerinnung gebracht werden kann, gerinnen, und auch eine kräftig wirksame, nach der Vorschrift HAMMARSTEN's bereitete Fermentlösung ist im Stande Peptonplasma gerinnen zu machen.

Offenbar hat das Peptonplasma, ebenso wie das Blutegelplasma, in gewisser Höhe die Fähigkeit die Wirkung des Fibrinferments auf das Fibrinogen zu hindern. Kleine Fermentmengen sind darin unwirksam, ebenso wie kleine Mengen Nucleoalbumin. Wird Nucleoalbumin aber in reichlichem Maasse zugesetzt, so kommt es zur Gerinnung, auch ohne Zusatz von Kalksalzen. Wie es scheint hat in dem Streit um dem Kalk zwischen dem Nucleoalbumin und der Albumose, die Masse die von jeder dieser Stoffen vorhanden ist, einen Einfluss. Nach der Injection von viel Pepton, bei sogenanntem starkem Peptonplasma, wird die Gerinnung selbst durch das Hindurchleiten von Kohlensäure, wenigstens bei Zimmertemperatur, nicht zu Stande gebracht. Und auf der anderen Seite wird die Wirkung der Albumose gehemmt oder aufgehoben, sobald das Plasma reich an Nucleoalbumin gemacht wird. Nachdem es sich herausgestellt hat, dass das WOOLDRIDGE'sche Gewebsfibrinogen hauptsächlich aus Nucleoalbumin, das mit Kalk Fibrinferment bilden kann, besteht, ist also auch die Thatsache dass dieser Stoff, mit Peptonplasma vermischt, Gerinnung veranlasst, nicht nur nicht in Widerspruch mit der Auffassung, die Fibrinausscheidung sei die Folge der Wirkung von Fibrinferment auf Fibrinogen, sondern damit völlig in Einklang.

Digitized by Google

Von A. SCHMIDT und seinen Schülern ist, in zahlreichen Arbeiten, der Einfluss des Protoplasma's auf die Gerinnung des Blutes, innerhalb und ausserhalb des lebenden Thierkörpers, näher untersucht. Dabei hat sich herausgestellt dass nicht nur die Leucocyten des Blutes selbst, und der Lymphdrüsen, sondern auch Spermatozoide, Protozoen aus dem Froschdarm, Hefezellen [1]), Muskelfasern [2]), Material abgeben, mit Hülfe welches Blutplasma zur Gerinnung gebracht werden kann, und dass der die Gerinnung fördernde Stoff viel leichter frei wird, wenn die Zellen mit Plasma in Berührung gebracht werden, als wenn das Protoplasma mit Wasser oder Kochsalz behandelt wird. Daraus wurde gefolgert dass das Blutplasma die Fähigkeit besitzt, durch Spaltung des Protoplasma's Fibrinferment freizumachen.

Aus dem Besprochenen geht hervor dass ich glaube das Verhalten einigermaassen anders auffassen zu müssen, so nämlich, dass im Protoplasma, beim Absterben, Nucleoalbumin frei wird, welches sich in dem alkalischen Blutplasma leichter löst als in Wasser oder in einer neutralen Salzlösung, und dann nicht vom Blutplasma gespalten wird, sondern daraus Kalk aufnimmt. Die Beobachtung RAUSCHENBACH's [3]), dass Leucocyten aus Pferdeblut, welche 3 Stunden lang mit Serum aus demselben Blut in Berührung gewesen waren, in Plasma übertragen, darin bald Gerinnung veranlassten, spricht nicht gegen diese Auffassung. Es ist kein Grund anzunehmen, dass die Leucocyten durch einem Verbleib von einzelnen Stunden in Blutserum, ganz von Nucleoalbumin beraubt werden sollten. Wenn z. B. Blut durch Vermischen mit Kaliumoxalat flüssig gehalten wird, so geben die Blutkörperchen dem Plasma genug Nucleoalbumin ab, dass, wenn nur $CaCl_2$ zugesetzt wird, in kurzer Zeit vollständige Gerinnung verursacht wird, und doch kann dann aus den vom Plasma getrennten Körperchen, durch Auslaugen mit Wasser, oder mit Kochsalzlösung, eine beträchtliche Menge Nucleoalbumin erhalten werden. Dass nun die Leucocyten den Gerinnung erzeugenden Stoff dem alkalischen Plasma so viel leichter als an Wasser oder an eine neutrale Salzlösung abgeben, braucht keineswegs zu der Annahme zu führen, das Plasma bewirke eine Zersetzung, eine Spaltung der Zellsubstanz. Denn Nucleoalbumin ist sehr leicht löslich in Alkali, und, zumal bei niedriger Temperatur, viel weniger löslich in Salz. So ist es auch zu begreifen dass KRÜGER Leucocyten mit

[1]) RAUSCHENBACH, Dissert. Dorpat 1882.

[2]) GRUBERT, Dissert. Dorpat, 1883.

[3]) l. c. S. 10.

Digitized by Google

63000 Mal so viel Wasser als die Menge des Blutplasma's aus welchem sie ursprünglich hervorgegangen waren, betrug, auswaschen konnte, ohne dass sie die Fähigkeit verloren, in die Blutgefässe eines Kaninchen injicirt, intravasculäre Gerinnung zu veranlassen[1]). Das Auswaschen wurde ja mit eiskaltem Wasser gemacht, und darin ist das Nucleoalbumin so gut wie unlöslich.

Auch die Untersuchungen von J. VON SAMSON HIMMELSTJERNA[2]) und von NAUCK[3]) über den Einfluss von stickstoffhaltigen Spaltungsproducten der Eiweisskörper auf die Fibrinausscheidung scheinen mir keinen Grund zu geben für die Meinung, die Bildung des Fibrinferments beruhe auf eine durch das Blutplasma bewirkte Spaltung von Protoplasma. Diese Stoffe, Glycocoll, Taurin, Leucin, Xanthin, Harnsäure, u. s. w., hatten ja nie mehr als einen begünstigenden Einfluss auf die Fibrinausscheidung. Dieser Einfluss war, wenn anders die Menge der Substanz nicht zu hoch gegriffen wurde, deutlich in Bezug auf von Gallensalzen flüssig gehaltenes Plasma, und auf vorher mit Fibrinferment versetzte Hydroceleflüssigkeit; mit gekühltem und filtrirtem Plasma wurden aber sehr inconstante Ergebnisse, mit Salzplasma und unvermischter Hydroceleflüssigkeit immer negative Resultate erhalten. NAUCK ist offenbar geneigt anzunehmen, dass aus diesen verhältnissmässig einfachen Substanzen durch noch weiter gehende Spaltung Fibrinferment entstehen kann. So vermuthet er, mit VON SAMSON, dass die Wirkungslosigkeit von Harnstoff „dem Umstande zuzuschreiben ist, dass aus demselben, als Endproduct der regressiven Metamorphose keine wirksamen Bestandtheile, eventuell kein Fibrinferment, mehr abgespalten werden können"[4]), und so sagt er, über die Fermentbildung im strömenden Blute handelnd, „Sofern nun nach meinen Versuchen die Extractivstoffe wahre, unmittelbare Fermentquellen darstellen, halte ich es unter solchen Umständen nicht für zu kühn, anzunehmen, dass sie im circulirenden Blute, *denselben*, mit Freiwerden von Ferment einhergehenden, Spaltungen unterliegen, wie im Gallensalzplasma und in den künstlichen Gerinnungs mischungen"[5]).

SCHMIDT selbst spricht sich mit mehr Zurückhaltung aus. Er theilt mit[6]) dass die Stoffe, welche aus Zellen durch Extraction mit

[1]) Zeitschr. f. Biologie, Bd. XXIV, S. 216.
[2]) Dissert. Dorpat 1885.
[3]) Dissert. Dorpat 1886.
[4]) l. c. S. 26.
[5]) l. c. S. 37.
[6]) Centralblatt f. Physiol., Bd. V, S. 258.

Digitized by Google

Alkohol erhalten werden können, „im filtrirten Blutplasma die Entstehung von Fibrinferment bedingen", fügt aber sogleich hinzu: „fraglich aber ist es, ob bei dieser Reaction sie selbst oder irgend ein anderer Bestandtheil des Plasma die *unmittelbare* Fermentquelle darstellen".

Wie interessant übrigens die genannten Untersuchungen über den Einfluss von stickstoffhaltigen Extractivstoffen auf den Gerinnungsprocess sein mögen, sie geben, wie ich glaube, zumal diese Stoffe niemals in fermentfreien Fibrinogenlösungen Gerinnung veranlassen, keinen Grund, das Ferment selbst für ein durch das Blutplasma gebildetes Spaltungsproduct zu halten. Ich kann darin also keine Veranlassung finden, meine Folgerung, das Fibrinferment sei eine Nucleoalbumin-Kalkverbindung, wozu das Nucleoalbumin von den Blutkörperchen, der Kalk vom Blutplasma geliefert wird, anzuzweifeln.

Das Nucleoalbumin aus Thymus und aus Testikeln — WOOLDRIDGE's Gewebsfibrinogen — ist im Stande bei Thieren, leicht bei Kaninchen, viel schwieriger bei Hunden, auch im strömenden Blut Gerinnung zu verursachen. Das aus dem Blut erhaltene Nucleoalbumin besitzt diese Fähigkeit, wenigstens in Bezug auf Kaninchen, ebenso, wie aus den folgenden Versuchen hervorgeht:

I. Einem Kaninchen wird Nucleoalbumin aus Oxalatplasma des Rindes, in 0,6-proc. Na Cl mit einem sehr kleinen Zusatz von Na_2CO_3 gelöst, in die Vena jugularis injicirt. Bald steigt der Druck in der Vena an, sodass die Flüssigkeit nur sehr langsam mehr aus der mit der Vena verbundenen Bürette ausfliesst. Das Thier wird von Krämpfen befallen. Die Carotis ist so gut wie leer. Nach einigen Minuten ist das Thier todt. Sogleich werden Bauch- und Brusthöhle geöffnet. In den grossen Venen wird das Blut flüssig gefunden, rechte Vorkammer und Kammer des Herzens sind aber ganz gefüllt mit geronnenem Blut. Aus der Arteria pulmonalis kommt ein langes, fadenförmiges Gerinnsel hervor.

II. Nucleoalbumin aus Oxalatplasma des Rindes, in 0.7-proc. Na Cl mit ein wenig Na_2CO_3 gelöst, wird einem Kaninchen in die Vena jugularis eingespritzt. Bald zeigt das Thier Krämpfe; die Flüssigkeit in der Bürette steht beinahe still; die Athmung hört auf; der Corneareflex ist verschwunden. Bauch- und Brusthöhle werden geöffnet. Der noch pulsirende rechte Herzkammer ist voll geronnenen Blutes. Die Vena cava inf. ist ganz mit Gerinnsel

Digitized by Google

gefüllt. Das Blut in der Vena Portae ist noch flüssig; es wird aufgefangen und fängt erst nach etwa einer Stunde zu gerinnen an; erst nach drei Stunden ist es ganz geronnen.

III. Nucleoalbumin aus Oxalatplasma des Rindes, in 0.7-proc. Na Cl mit ein wenig $Na_2 CO_3$ gelöst, wird einem Kaninchen in die Vena jugularis injieirt. Das Thier wird von heftigen Krämpfen befallen, der Cornealreflex verschwindet, in die Bürette wird Blut aus der Vena hinaufgestaut; nach einigen Augenblicken steht die Athmung still. Während das Herz noch klopft, wird die Brusthöhle geöffnet. Weder im Herzen, noch in den Venen sind Coagula zu finden; aus ein Paar der grossen Aeste der Arteria pulmonalis kommen aber fadenförmige Gerinnsel hervor.

IV. Injection von Nucleoalbumin wie in den vorigen Versuchen. Das Kaninchen wird stark dyspnoisch, der Druck in der Vena steigt an, es entstehen aber keine Krämpfe, und die Athmung dauert fort. Die Canule wird aus der Vena gelöst, die Wunde wird vernäht, und das Thier losgebunden. Eine starke Stunde nach der Injection ist das Kaninchen offenbar sterbend. Bauch- und Brusthöhle werden geöffuet, während das Herz noch klopft. Ueberall wird das Blut flüssig gefunden, ausser in der Vena Portae, aus welcher ein langes, fadenförmiges Gerinnsel hervorgezogen wird.

Wie man sieht, gehen die Folgen der Injection ziemlich stark aus einander. In den Versuchen I und II war das rechte Herz ganz mit geronnenem Blut gefüllt, wahrend in Versuch III nur in den Aesten der Arteria pulmonalis Gerinnsel gefunden wurden, und in Versuch IV die Injection nicht sogleich den Tod verursachte, und bei der Oeffnung nur die Vena Portae sich von Fibrin verstopft zeigte.

In anderen Versuchen wurde nach der Injection gar nichts von intravasculärer Gerinnung beobachtet. Dann aber zeigte sich jedesmal die bemerkenswerthe Abnormität, welche auch in Versuch II in Bezug auf das aus der Vena Portae gesammelte Blut beobachtet wurde, dass das aus der Carotis des Kaninchen aufgefangene Blut erst nach einer Viertelstunde oder nach noch längerem Zeitverlauf zu gerinuen anfing, indem doch sonst das Kaninchenblut innerhalb weniger Minuten, nachdem es die Gefässe verlassen hat, vollständig geronnen ist.

Es ist dieselbe Abnormität welche bei der Einspritzung von Fibrinferment, von Leucocyten, und auch von WOOLDRIDGE's Gewebsfibrinogen, so oft beobachtet ist, und WOOLDRIDGE von „einer positiven und einer negativen Phase" bei der Gerinnung zu sprechen veranlasst hat.

Digitized by Google

Bei den zahlreichen Untersuchungen von A. SCHMIDT und seinen Schülern ist wiederholt ans Licht gekommen, dass grosse Mengen Fibrinferment in das Blut gebracht werden können, es sei denn durch Einspritzung des Ferments als solches, es sei durch Injection von die Blutkörperchen zerstörenden, und dadurch die Entstehung des Ferments veranlassenden Stoffen, ohne dass intravasculäre Gerinnung davon die Folge sei. „Der Organismus", sagt E. VON SAMSON HIMMELSTJERNA [1]) kann kolossale Fermentquantitäten im Kreislauf unwirksam machen, wenn sie nur nicht zu plötzlich auftreten; darum sind Gerinnselbildungen im Gefässsystem nach Jaucheinjectionen, trotz der grossen Anzahl von Versuchen, nur *ein* Mal beobachtet worden".

Es ist nun so ziemlich einerlei ob das Ferment als ganzes in das Blut gebracht wird, oder das Nucleoalbumin — gleichviel ob es von den Zellen des Blutes oder von den Zellen der Thymus oder des Testikels herkommt — welches, sobald es in das Blut kommt, Kalksalze, mit welchen es Ferment bilden kann, vorfindet. Ebenso wie das Fibrinferment, ruft das Nucleoalbumin, wenn es nur schnell genug, und in genügender Menge in das Blut gebracht wird, Gerinnung hervor. Wenn aber zu wenig eingespritzt wird, oder wenn das Nucleoalbumin, in Folge zu langsamer Bereitung, oder zu langen Aufbewahrens, schon in seiner Wirksamkeit geschädigt ist, auch wenn es noch im Stande ist, ausserhalb des Korpers eine kalkhaltige Fibrinogenlösung gerinnen zu machen, so hinterbleibt die Thrombose, dann ist aber auch die Gerinnung des aufgefangenen Blutes verzögert.

Dass dies nicht nur für das Nucleoalbumin aus Blut Geltung hat, sondern auch für das WOOLDRIDGE'sche Gewebsfibrinogen, kann aus folgendem Versuch ersehen werden.

Nucleoalbumin, nach dem Vorschrift WOOLDRIDGE's aus Kalbsthymus bereitet, und in 0.6 proc. Na Cl mit ein wenig $Na_2 CO_3$ gelöst, wird einem Kaninchen in die Vena jugularis injicirt. Das Thier zeigt Erstickungskrämpfe und stirbt. Sogleich nach dem Tod werden die grossen Venae und das rechte Herz mit geronnenem Blut gefüllt gefunden.

Unmittelbar darauf wird der Rest der Lösung, etwa die Hälfte der beim ersten Kaninchen injicirten Quantität, mit 2 Volum 0.6 proc. Na Cl verdünnt, einem zweiten Kaninchen im Verlauf von 5 Minuten, in die Vena jugularis eingegossen. Das Thier zeigt keine

[1]) Dissert. Dorpat, 1882, S. 79.

Digitized by Google

Spur van Krämpfen. 2 Minuten nach der Beendigung der Injection wird Blut aus der Carotis aufgefangen. Erst nach 17 Minuten zeigen sich an der Wand des Glases die ersten Spuren von Gerinnung. Nach 1½ Stunde ist die Gerinnung noch so wenig fortgeschritten dass das Blut ohne Schwierigkeit in einem Strahl in ein anderes Glas übergegossen werden kann. Am folgenden Morgen ist das Blut geronnen, das Gerinnsel ist aber sehr weich, und das, mittelst Auspressen, daraus erhaltene Serum, geriunt nach Verdünnung mit Wasser, in 1½ Stuuden aufs Neue.

Das Blut, das, sich selbst überlassen, so langsam und unvollständig gerinnt, wird nach Verdünnung mit Wasser, und nach dem Einleiten von Kohlensäure in kurzer Zeit vollkommen fest.

Auch die Wirkung von in den Kreislauf injicirten Leucocyten ist von dem Reichthum der Zellen an Nucleoalbumin abhängig. Nach WOOLDRIDGE besitzen durch Auswaschen mit indifferenter Kochsalzlösung gut gereinigte Leucocyten zwar das Vermögen ausserhalb des Körpers Peptonplasma zur Gerinnung zu bringen, können sie aber keine intravasculäre Gerinnung hervorrufen. KRÜGER[1]) dagegen fand dass Leucocyten aus Lymphdrüsen, auch nachdem sie mit 0.6 procentiger Kochsalzlösung gewaschen sind, bei Katzen in den Kreislauf gebracht, das Blut in den Gefässen des lebenden Thieres gerinnen machen, und ebenso durch Auswaschen mit eiskaltem Wasser gereinigte Leucocyten aus Pferdeblut. WOOLDRIDGE ist der Meinung dass von KRÜGER die Zellen nicht genügend ausgewaschen wurden. „Da noch Niemand in Dorpat", so spricht er sich aus, „isolirte Leucocyten aus Lymphdrüsen injicirt hat, so ist der Beweis nicht erbracht, dass sie stets intravasculäre Gerinnung hervorrufen"[2]).

Ich habe mich davon überzeugen können dass Leucocyten aus der Thymusdrüse, nach wiederholtem Auswaschen mit reichlichen Mengen 0.6 procentiger Kochsalzlösung, selbst beim Kaninchen, in die Vena jugularis injicirt werden können, ohne intravasculäre Gerinnung zu verursachen, wiewohl dieselben ausserhalb des Körpers, mit dem nach der Injection gelassenen und sehr langsam gerinnenden Blut gemischt, dessen Gerinnung in starkem Maasse befördern. Darin kann ich aber keinen Grund finden, mit WOOLDRIDGE anzunehmen dass „in keinem Stadium des Gerinnungsprocesses die Be-

---

[1]) Zeitschr. f. Biologie, Bd. XXIV, S. 189.

[2]) Die Gerinnung des Blutes, S. 18.

Digitized by Google

theiligung der weissen Blutkörperchen nöthig ist" [1]). Wie oben (S. 35) schon bemerkt, wird den todten Leucocyten das Nucleoalbumin von Kochsalz nicht leicht ganz entzogen, und noch weniger leicht von eiskaltem Wasser. Wenn also, wie in den KRÜGER'schen Versuchen, die Lymphdrüsenzellen mit wenig Kochsalzlösung, oder die Zellen des Plasma's mit viel eiskaltem Wasser gewaschen werden, so bleiben sie Nucleoalbuminreich genug, dass sie im strömenden Blut soviel Fibrinferment bilden können, als für das Zustaudekommen der intravasculären Gerinnung erforderlich ist. Nach wiederholtem Auswaschen mit Kochsalz aber verhalten sie sich wie eine schwache Nucleoalbuminlösung: ausserhalb des Körpers können sie eine schwach alkalische, kalkhaltige Fibrinogenlösung allerdings noch zur Gerinnung bringen, im kreisenden Blut dagegen rufen sie keine Gerinnung mehr hervor, sondern verringern sie im Gegentheil die Fähigkeit der Blutes Fibrin auszuscheiden.

Der Organismus verfügt offenbar über Mittel, das Fibrinogen gegen die Wirkung des Nucleoalbumins, welches, auch im normalen Leben, angesichts der Vergänglichkeit der Formelementen des Blutes, wohl öfters im Blut vorhanden sein muss, zu schützen. Nur wenn in kurzer Frist die Körperchen in grosser Zahl zerstört werden, bei Hautverbrennungen, bei Injection von die Blutkörperchen zerstörenden Stoffen, zeigen sich die Kräfte des Organismus nicht ausreichend, und bilden sich, bald in grösserem, bald in kleinerem Maasstab, Fibrinausscheidungen in den Gefässen [2]).

Wenn aber das Fibrinferment, oder das nicht mit Kalk verbundene Nucleoalbumin durch den lebenden Organismus verhindert wird intravasculäre Gerinnung zu verursachen, so wird zu gleicher zeit die Fähigkeit des Blutes, ausserhalb des Körpers zu gerinnen, verringert oder ganz aufgehoben.

---

[1]) Ibid. S. 23.

[2]) Neuerdings ist von HEINZ gefunden (Virchow's Archiv, Bd. CXXVI, S. 495) dass nach der Injection von Natrium arsenicosum, auch wenn eine Blutegelextractinjection vorausgeschickt ist, Fibrin in den Blutgefässen gebildet wird, während, falls eine Peptoninjection vorangegangen war, zwar Blutplättchenthromben in den stark erweiterten Darmcapillaren gefunden wurden, aber kein Fibrin.

Die Erklärung des Unterschiedes scheint mir hierin gelegen zu sein, dass in dem ersten Fall die Bildung von Fibrinferment möglich wird, sobald die conservirende Wirkung des Blutegelextractes von der zerstörenden Wirkung des Arseniksalzes überwunden wird, während nach der Peptoninjection, das vom Arsenik aus den Zellen frei gemachte Nucleoalbumin keinen Kalk in genügender Menge zur Verfügung findet für die Bildung von soviel Fibrinferment als für das Veranlassen einer intravasculären Gerinnung erfordert wird.

Digitized by Google

BONNE[1]) ist geneigt anzunehmen, das Fibrinferment werde im kreisenden Blut unwirksam gemacht von der Kohlensäure, und dann von den Nieren ausgeschieden. Damit kan aber die Sache nicht als erklärt betrachtet werden. Denn, wenn auch schon zugegeben werden muss, dass Kohlensäure die Gerinnung des normalen Blutes verzögert, dennoch ist es nicht zu bezweifeln dass auch wirklich venöses Blut im lebenden Körper gerinnen kann. Und bei der Injection von Nucleoalbumin in die Gefässe, wird die Gerinnung des Blutes in den Adern geradezu durch die Kohlensäure gefördert — In Bezug auf die Ausscheidung des Fibrinferments durch die Nieren, theilt BONNE mit, dass er nur in einem Fall, aus dem Harn einer gesunden Wöchnerin „mit leichtem Resorptionsfieber", eine Alkoholfällung erhielt, welche mit proplastischen Flüssigkeiten nach 24 Stunden eine, die chemische Eigenschafte des Fibrins darbietende Gerinnung gab, indem übrigens alle seine diesbezüglichen Untersuchungen ein negatives Resultat lieferten.

Sellbst wenn man auch der Wirkung der Kohlensäure das Ausbleiben der intravasculären Gerinnung zuschreiben dürfte, so wäre damit die Verzögerung oder das Ausbleiben der Gerinnung des Blutes ausserhalb der Gefässe noch nicht im Geringsten aufgeklärt.

Wie ich glaube, ist auf einem anderen Weg die Erklärung beider Erscheinungen zu gleicher Zeit zu finden.

Wiederholte Male habe ich schon daraufhingewiesen, dass das aus dem Blutplasma ausgeschiedene Nucleoalbumin ein leicht veränderlicher Stoff ist. In Kochsalz gelöst aufbewahrt, verliert es, auch bei niedriger Temperatur, allmählich die Fähigkeit Fibrin zu bilden, indem die anfangs klare, oder höchstens opalescireude Lösung sich trübt, ohne dass eine nennenswerthe Bakterieuentwickelung darin nachzuweisen wäre. Wird das Nucleoalbumin unter Wasser, in ungelöstem Zustaud aufbewahrt, so verliert es allmählich seine Löslichkeit in neutraler Salzlösung. Die Substanz ist dann allerdiugs noch leicht löslich in verdünntem Alkali, aus der alkalischen Lösung mittelst Essigsäure gefällt, ist sie aber nicht löslich mehr im Ueberschuss dieser Säure. Die Umwandlung findet schneller Statt bei saurer Reaction der Flüssigkeit, am schnellsten aber bei alkalischer Reaction. Wird das Nucleoalbumin in schwacher Kalilauge (2 pCt.) gelöst, und dann erhitzt, so ist es bald ganz zersetzt. Ob nun die Umwandlung bei saueren, neutralen oder alkalischen Reaction Statt gefunden hat, jedesmal ist in der Flüssigkeit Albumose nachzuweisen.

---

[1]) Ueber das Fibrinferment und seine Beziehungen zum Organismus, Würzburg, 1889

Wenn die mehr oder weniger trübe Flüssigkeit mit Essigsäure und Kochsalz gekocht und heiss filtrirt wird, so ist das Filtrat in der Kälte trübe, und wird beim Erhitzen wieder klar. Aus dem Nucleoalbumin wird also, neben Nuclein, auch ohne die Wirkung von Magensaft, Albumose als Spaltungsproduct erhalten.

Wie gesagt wird das Nucleoalbumin am schnellsten zersetzt durch Erwärmen mit Kalilauge. Es ist nicht nöthig dafür die Temperatur bis zur Kochhitze zu treiben. Wenn Nucleoalbumin — und dies hat in gleichem Maasse Geltung für das Nucleoalbumin aus dem Blut, für dasjenige aus Thymus und Testikel, und für das Casein — in 2-procentiger Kalilauge gelöst, und dann bei 60° C. aufbewahrt wird, so findet man nach 24 Stunden in der anfangs klaren Lösung einen geringen, körnigen Niederschlag. Nur bei dem Casein war der Niederschlag gross genug um eine etwas nähere Untersuchung zu ermöglichen. Derselbe bestand hier aus Krystallen: Nadelbüschel, Kügelchen und Hantelformen, welche sich in Salzsäure unter Entwickelung von Gasbläschen lösten. In der Lösung der Krystalle konnte mit Ammoniumoxalat Kalk, mit Molybdänsäure, sowie mit Magnesiamixtur, Phosphorsäure nachgewiesen werden. Der Niederschlag aus den Lösungen des von Blut oder von Geweben herstammenden Nucleoalbumins war nicht, oder doch nicht deutlich krystallinisch. Zur chemischen Untersuchung war die Menge nicht ausreichend. Die von dem Niederschlag abfiltrirte Flüssigkeit wird von Essigsäure, je nachdem der Nucleoalbumingehalt der Lösung anfangs gross oder klein war, getrübt oder nicht getrübt. Ist Trübung da, so wird sie von einem Ueberschuss von Essigsäure nicht gelöst. Die mit Essigsäure gekochte, wenn nöthig filtrirte Flüssigkeit giebt gewöhnlich nach Zusatz concentrirter Kochsalzlösung in der Kälte einen Niederschlag, welcher beim Erhitzen verschwindet, und bei Abkühlung zurückkehrt. Bleibt die Flüssigkeit, auch in der Kälte, mit Kochsalz klar, so kann daraus doch jedenfalls durch Sättigen mit Ammoniumsulfat ein Niederschlag von Albumose erhalten werden. Während das Nucleoalbumin, sogleich nach dem Auflösen in Kalilauge, nach kurzer Erhitzung mit Essigsäure keine Spur einer Albumose-reaction mit Kochsalz und mit Ammoniumsulfat giebt, und auch die Biuretreaction entweder gar nicht, oder in äusserst schwachem Grade zeigt, lässt sich an der Flüssigkeit, nachdem sie 24 Stunden bei 60° C. digerirt is, auch diese Reaction sehr deutlich beobachten.

Nachdem es sich herausgestellt hatte, dass das Nucleoalbumin, zumal bei alkalischer Reaction, so leicht zersetzt wird, und dabei als Spaltungsproduct Albumose liefert, drängte sich die Vermuthung bei mir auf, dieselbe Spaltung trete vielleicht auch im lebenden Blute

Digitized by Google

auf, und die dabei freigewordene Albumose hindere die Gerinnung des Blutes ausserhalb des Körpers. Für diese Vermuthung sprach schon die Beobachtung, dass das nach Nucleoalbumininjection langsam gerinnende Blut des Kaninchen, viel schneller gerann nach Wasserzusatz, nach Hindurchleiten von Kohlensäure, und nach Zusatz von Nucleoalbumin.

Zur Prüfung der Richtigkeit dieser Hypothese war es erwünscht Hunde statt Kaninchen als Versuchsthiere zu gebrauchen. Erstens sind Hunde ja viel empfindlicher als Kaninchen für die Pepton (Albumose)-vergiftung, und zweitens hat die übereinstimmende Erfahrung verschiedener Forscher gelehrt, dass eben Hunde sehr beträchtliche Mengen von Fibrinferment und von Nucleoalbumin (Gewebsfibrinogen) unwirksam zu machen im Stande sind. Ausserdem hat WRIGHT ein Mittel an die Hand gegeben zur Erhöhung der Fähigkeit des Hunde-organismus, intravasculärer Gerinnung, trotz der Injection grosser Nucleoalbuminmengen in das Gefässsystem, vorzubeugen. Von WOOLDRIDGE war nämlich gefunden dass bei Hunden, nach der Injection von Gewebsfibrinogen, öfters nur die Vena Portae thrombosirt wird. WRIGHT lieferte die Erklärung dieser Erscheinung [1]). Er fand dass die Gerinnung innerhalb der Gefässe unter dem Einfluss des Nucleoalbumins von einem hohen Kohlensäuregehalt des Blutes befördert wird. In allerhand Gefässen konnte er, nach der Injection, Thrombose hervorrufen, wenn er es nur so einrichtete dass darin das Blut stark venös war. Beim normalen Hund ist das langsam aus den Baucheingeweiden anströmende Blut der Vena Portae stets stark venös; daher wird hier an erster Stelle Thrombose gefunden.

Man dürfte also erwarten, dass es möglich sein würde, die intravasculäre Gerinnung ganz hintanzuhalten, indem man das Blut, vor und während der Nucleoalbumininjection, mittelst kraftiger künstlicher Athmung, möglichst arm an Kohlensäure machte.

Thatsächlich war dies der Fall. Und jetzt stellte sich zugleich heraus, dass Nucleoalbumininjection bei Hunden alle Symptome der Peptonvergiftung hervorrufen kann.

Kurze Zeit nach dem Anfang der Injection wird der Hund sehr unruhig, um bald darauf ganz ruhig zu werden, allerdings ohne je in völliger Narcose zu verfallen. Der Blutdruck sinkt tief. Man kann, beim Registriren des Blutdrucks, Curven bekommen, welche den nach Peptoninjection bei Hunden gewonnenen Curven des Blutdruck-

[1]) Journ. of Physiol., Vol. XII, p. 184.

Digitized by Google

verlaufs vollkommen ähnlich sind. Das aus der Carotis aufgefangene Blut gerinnt spontan nicht. Das Blut, und das mittelst Centrifugiren daraus erhaltene Plasma gerinnen nach Verdünnung mit Wasser, nach Hindurchleiten von Kohlensäure [1]) und nach Zusatz von Nucleoalbumin. Der einzige Unterschied mit Peptonblut ist, dass nicht nur sehr kräftige Nucleoalbumin- und Fibrinfermentlösungen Gerinnung hervorrufen können, sondern, bisweilen wenigstens, auch eine nach SCHMIDT's Methode bereitete Fermentlösung. Dieser Unterscheid ist aber, wie oben besprochen, nur von quantitativer Natur. Auch das Peptonplasma gerinnt nach Fermentzusatz, wenn das Ferment nur kräftig wirksam ist.

Ausserdem konnte im Blutplasma Albumose nachgewiesen werden, indem, nach der von DEVOTO [2]) angegebenen Methode, durch Erhitzen im strömenden Wasserdampf, mit überschüssigem Ammoniumsulfat, alle Eiweisstoffe gefällt wurden, und dann der Niederschlag mit heissem Wasser ausgezogen wurde. Etwa vorhandene Albumose löst sich dann im Wasser, während die übrigen Eiweissstoffe durch das Erhitzen ganz unlöslich geworden sind.

Ich theile hier einige Versuche über die Wirkung des Nucleoalbumins aus Gewebe, bei Hunden, mit. In allen Versuchen habe ich mich, unmittelbar bevor die Iujection beim Hund Statt fand, davon überzeugt, dass die Lösung, einem Kaninchem in die Vena jugularis eingespritzt, ausgedehnte Gerinnung im Gefässsystem hervorrief.

I. Bei einem 8.2 Kg. schweren Hund wird die Vena jugularis mit einer, eine nach WOOLDRIDGE bereitete Gewebsfibriuogenlösung aus Kalbsthymus, in 0.7-proc. Na Cl und ein weuig Soda gelöst, enthaltenden Bürette verbunden. Die Carotis ist mit einem Manometer in Verbindung gebracht. Tracheotomie, künstliche Athmung.

Der Blutdruck ist vor und nach dem Anfang der künstlichen Athmung ± 160 Mm.

Von 2 U. 22 bis 2 U. 23 15 C C der Lösung eingeflösst. Das Thier wird sehr unruhig. Der Blutdruck sinkt bis auf ± 90 Mm.

Von 2 U. 24 bis 2 U. 28 70 C C injicirt. Das Thier wird ganz ruhig. Der Blutdruck schwankt zwischen ± 90 Mm. und ± 110 Mm.

Künstliche Athmung sistirt. Erst nach 2 Minuten fängt der Hund an active Athmungsbewegungen zu machen. Die künstliche Athmung wieder fortgesetzt.

---

[1]) Auch WRIGHT fand, gegen WOOLDRIDGE, dass, nach der Gewebsfibrinogeninjection, das Blut, für gewöhnlich wenigstens, durch CO_2 zur Gerinnung gebracht werden kann. (Journ. of Physiol., Vol. XII, p. 188).

[2]) Zeitschr. f. Physiol. Chemie, Bd. XV, S. 465.

Digitized by Google

Von 2 U. 31 bis 2 U. 34, 35 CC. injicirt. Der Druck sinkt erst bis auf ± 70 Mm., steigt dann allmählich wieder auf ± 125 Mm.

Darauf werden 100 CC. Blut aus der Carotis gelassen. Das Blut bleibt flüssig und wird centrifugirt. Das Plasma gerinnt vollständig nach Verdünnen mit Wasser und nach Hindurchleiten von CO_2, ebenso nach Zusatz von SCHMIDT'schem Ferment, und von, durch Behandlung des Nucleoalbumins aus der Thymus mit Kalkwasser, Kohlensäure und atmosphärischer Luft, erhaltenem Ferment.

Ein Theil des Plasma's wird mit Ammoniumsulfat im Wasserbad gesättigt, dann 40 Minuten in strömendem Wasserdampf erhitzt, und nach Abkühlung filtrirt. Der Niederschlag wird auf dem Filter mit heissem Wasser ausgewaschen. Das Waschwasser ist volkommen klar, giebt deutliche Xanthoproteinreaction, und wird durch Sättigung mit Ammoniumsulfat getrübt. Die Trübung verschwindet bei Verdünnen mit Wasser, und kehrt zurück als aufs Neue Ammoniumsulfat hinzugesetzt wird.

II. Nucleoalbumin, nach WOOLDRIDGE aus Testikeln des Schafbocks bereitet, in 0.6 proc. Na Cl und ein wenig Soda gelöst, in die Vena jugularis eines 5.4 KG. schweren Hundes injicirt. Die Carotis mit einem Manometer verbunden. Künstliche Athmung.

Vor der Injection schwankt der Blutdruck zwischen 150 und 180 Mm.

In 4 Minuten werden 100 CC. der Lösung eingeflösst. Einzelne Augenblicke nach dem Anfang der Injection beginnt der Blutdruck zu sinken, indem der Hund unruhig wird. Bald darauf wird und bleibt das Thier ganz ruhig. Der Druck sinkt bis auf ± 70 Mm.; und steigt dann wieder langsam, bis ± 110 Mm. an. Beim Sistiren der künstlichen Athmung zeigt sich der Hund apnoisch. 4 Minuten nach der Beëndigung der Injection wird Blut, tropfenweise ausfliessend, aus der Carotis aufgefangen. Das Blut gerinnt, sich selbst überlassen, nicht, wohl aber nach Verdünnen mit Wasser, und Einleiten von CO_2.

III. Nucleoalbumin aus Schafbockstestikeln, in 0.6 proc. Na Cl und een wenig $Na_2 CO_3$ gelöst, einem 6 KG. schweren Hund injicirt. Versuchsanordnung wie oben. Blutdruck vor der Injection ± 150 Mm. Nachdem in wenigen Minuten 100 CC. injicirt sind, ist du Blutdruck bis auf ± 40 Mm. gefallen.

In den ersten Augenblicken nach der Injection is der Hund sehr unruhig. Bald danach wird das Thier still, kommt aber nicht in Apnoe.

Dass aus der Carotis aufgefangene Blut gerinnt, sich selbst überlassen, nicht, wohl aber nach Hindurchleiten von CO_2, nach Verdün-

Digitized by Google

nung mit Wasser, nach Zusatz von aus Nucleoalbumin vom Oxalatplasma des Schafes bereitetem Ferment, und auch, wiewohl langsam und unvollständig, nach Zusatz von SCHMIDT'schem Ferment.

IV. Nucleoalbumin aus Kalbsthymus, in 0.6-proc. Na Cl und ein wenig Soda gelöst, einem 10.5 KG. schweren Hund injicirt. Versuchsanordnung wie oben. Der Blutdruck ist vor der Einspritzung ± 150 Mm. Trotz der künstlichen Athmung, macht der Hund selbst, vor der Injection, sehr frequente Athembewegungen. Einige Augenblicke nach dem Beginn der Injection werden die activen Bewegungen des Brustkorbes, wiewohl kräftig und regelmässig Luft eingeblasen wird, sehr stark, während der Blutdruck bis auf ± 80 Mm. absinkt. Nachdem in der Zeit von einzelnen Minuten, 100 CC. der Lösung in anhaltendem Strom eingeflossen sind, sinkt der Blutdruck schnell bis auf Null, und hebt sich nicht wieder, trotz fortgesetzter künstlicher Athmung. Bauch- und Brusthöhle werden geöffnet. Alle Venen sind stark gefüllt. Ueberall, auch in der stark gedehnten Vena Portae, ist das Blut flüssig. Aus dem rechten Herz wird sehr dunkles Blut aufgefangen, in welchem sich nach 10 Minuten eine Spur von Gerinnung zeigt. Die Gerinnung schreitet aber nicht fort, nachdem, durch Hindurchleiten eines Luftstromes, der Ueberschuss von CO_2 aus dem Blut verjagt ist.

V. Ein Theil des, im vorigen Versuch gebrauchten Nucleoalbumin, noch zweimal, in der Centrifuge, mit Wasser gewaschen, in 0.6-proc. Na Cl und ein wenig Soda gelöst, einem 5.4 KG. schweren Hund injicirt. Versuchsanordnung wie oben.

Vor der Injection wird 45 CC. Blut aus der Carotis in 5 CC. 1-procentiger Kaliumoxalatlösung aufgefangen.

45 CC. der Lösung in 3 Minuten eingeflösst. Anfangs wird das Thier unruhig, später liegt es ganz still. Der Blutdruck sinkt von ± 160 Mm. bis auf ± 50 Mm.

Das nach der Injection aufgefangene Blut gerinnt spontan nicht, wohl aber nach Zusatz des für den Versuch gebrauchten Nucleoalbumins.

Dieses Blut wird centrifugirt, ebenso wie das vor der Injection in Kaliumoxalat aufgefangene Blut. Von jedem Plasma werden 10 CC. verdünnt mit je 15 CC. Wasser, und mit je 20 Grm. Ammoniumsulfat, erst im Wasserbad, und dann 45 Minuten lang in strömendem Wasserdampf erhitzt. Nach Abkühlung werden die Niederschläge abfiltrirt, und jeder zweimal mit je 20 CC. heissem Wasser auf dem Filter ausgewaschen. Das Waschwasser des Oxalatplasma's giebt keine Xanthoproteinreaction, und bleibt, bei Sättigung mit Ammoniumsulfat, völlig klar, während aus dem Niederschlag des nach der Injection aufgefangenen Blut ein Waschwasser erhalten wird,

Digitized by Google

das deutliche Xanthoproteinreaction giebt und durch Sättigung mit Ammoniumsulfat getrübt wird.

In keinem dieser Versuche wurde, in Folge der günstigen Wirkung der künstlichen Athmung, irgend ein Zeichen intravasculärer Gerinnung beobachtet. Die Hunde der Versuche I und II wurden am Leben erhalten, und waren nach einigen Tagen völlig gesund — zum Beweis dass sich auch in der Vena Portae kein Thrombus gebildet hatte.

Obgleich auch Casein, wie oben erwähnt, mit Hülfe von Kalk, in Fibrinogenlösungen, ausserhalb des Körpers, Gerinnung veranlassen kann, habe ich doch weder bei Hunden, noch bei Kaninchen durch Einbringen von Casein in das Gefässsystem, intravasculäre Gerinnung hervorrufen können. Wohl aber hat die Injection dieser Substanz, bei Kaninchen sowie Hunden, eine Verzögerung der Gerinnung des aus den Gefässen gelassenen Blutes zur Folge. Einmal selbst habe ich beim Hund, nach Injection von nach der HAMMARSTEN'schen Methode bereitetem Casein, das Blut ganz flüssig bleiben sehen. Das mittelst Centrifugiren dieses Blutes erhaltene Plasma gerann nach dem Hindurchleiten von Kohlensäure völlig, und auch, wenngleich langsam und unvollständig, nach Verdünnen mit Wasser. Zusatz von Chlorcalcium liess das verdünnte Plasma bald fest gerinnen.

Die Ergebnisse der Injectionen von Nucleoalbumin aus Geweben haben, wie ich glaube, die Vermuthung bestätigt, dass Nucleoalbumin und Fibrinferment, die Nucleoalbumin-Kalkverbindung, im kreisenden Blut zerlegt werden können, und dass dabei Albumose frei wird. Hunde, denen das Nucleoalbumin injicirt wird, während durch künstliche Lungenventilation das Blut so arm an Kohlensäure gemacht wird, dass jede Thrombose ausbleibt, zeigen alle Symptome von Peptonvergiftung, und das nach der Injection gelassene Blut besitzt alle Eigenschafte von Peptonblut, während darin auch, nach der DEVOTO'schen Methode, Albumose, eine Substanz welche vor der Injection darin nicht zu finden ist, (Versuch V) nachgewiesen werden kann [1]).

Eine sehr willkommene Bestätigung dieses Ergebnisses fand ich

[1]) Zur Controlle habe ich mich davon überzeugt, dass auch nach Peptoninjection beim Hund im bald nach der Injection aufgefangenen Blut sich nach der DEVOTO'schen Methode Albumose nachweisen lässt, während im vor der Peptoninjection in Kaliumoxalat aufgefangenen Blut nicht eine Spur dieser Substanz zu finden war.

Digitized by Google

in einer neuerdings erschienenen Arbeit WRIGHT's [1]), die ich erst kennen lernte nachdem ich meine hierauf bezüglichen Versuche schon angestellt hatte. Auf einem etwas anderen Weg war WRIGHT, wie ich jetzt ersah, schon vor mir zu dem Schluss gekommen, dass Nucleoalbumin aus Thymus und Testikeln, für welches er den Namen Zellfibrinogen statt Gewebsfibrinogen vorzieht, bei Hunden im kreisenden Blut zerlegt wird, unter Abspaltung von Albumose, und dass nach der Einspritzung von völlig albumosefreiem Nucleoalbumin in das Blut, im Harn, mittelst der Biuretreaction, Albumose nachgewiesen werden kann. Auch bei Kaninchen fand WRIGHT, falls nicht soviel Nucleoalbumin injicirt war, dass das Blut in den Gefässen gerann, die sogenannte negative Phase. Ich kann hinzufügen dass unter diesen Umständen sich auch bei Kaninchen ein beträchtliches Sinken des Blutdruckes in der Carotis beobachten lässt.

Wenngleich nun, streng genommen, die Erklärung der „negativen Phase" nur geliefert ist in Bezug auf das Nucleoalbumin aus Thymus und Testikeln, so scheint es mir doch nicht allzu gewagt, diese Erklärung auf das Fibrinferment im Allgemeinen anzuwenden.

Gleichwohl ob man von dem Nucleoalbumin aus den Blutkörperchen, von dem Nucleoalbumin aus den Zellen von Thymus oder Testikel, oder von dem Nucleoalbumin aus der Milch, dem Casein, ausgeht, immer erhält man daraus, durch Behandlung mit $Ca\ Cl_2$, $Ca\ SO_4$, oder $Ca\ H_2\ O_2$, eine Substanz welche die Eigenschaft des Fibrinferments, in einer neutralen oder schwach alkalischen Lösung reinen Fibrinogens die Ausscheidung einer kalkhaltigen Eiweisssubstanz, des Fibrins, zu veranlassen, besitzt, während aus dem in irgend welcher Weise aus Blutserum bereiteten Fibrinferment, immer, mittelst Magensaft, Nuclein erhalten werden kann, und dieses Ferment auch jene, den Nucleoalbuminen eigenthümliche Eigenschaft zeigt, dass es aus der salzarmen Lösung durch Ansäuern mit Essigsäure gefällt, und von einem Ueberschuss von Essigsäure wieder gelöst wird.

Die genannten Nucleoalbumine von dreierlei Abstammung, werden alle leicht, zumal bei alkalischer Reaction, zerlegt, und liefern dann Albumose als Spaltungsproduct.

Die Verzögerung der Gerinnung des Blutes ausserhalb des Körpers

---

[1]) Injection of WOOLDRIDGE's Tissue-Fibrinogen. Proc. of the Royal Irish Acad. 3rd Ser., Vol. II., No. 2, 1892.

Digitized by Google

wird ebensogut beobachtet nach der Injection des von den Blutkörperchen herstammenden Nucleoalbumins, wie nach der Injection von Nucleoalbumin aus Geweben, und sie fehlt nicht, wenn sie auch weniger hervortretend ist, nach der Injection von Casein.

Das Blutkörperchennucleoalbumin stimmt weiter darin mit dem Gewebsnucleoalbumin völlig überein, dass Ersteres, ebensogut wie Letzteres, nicht nur ausserhalb des Körpers, mit Hülfe von Kalksalzen, reines Fibrinogen zur Gerinnung bringen, sondern auch, wenn es nur in genügender Concentration in das Blut gebracht wird, wenigstens bei Kaninchen, intravasculäre Gerinnung hervorrufen kann, während KRÜGER auch bei Katzen Gerinnung des Blutes in den lebenden Gefässen nach Injection von mit eiskaltem Wasser gewaschenen Leucocyten aus Pferdeblutplasma beobachtete.

Bei so viel Uebereinstimmung darf man, wie ich glaube, dafürhalten, dass auch das beim Zugrundegehen der Blutkörperchen frei werdende Nucleoalbumin innerhalb der Blutgefässe des lebenden Thieres, bei der einen Thierart in grösserem, bei der anderen in kleinerem Maassstab, zerlegt werden kann, und dass dabei Albumose frei wird; dass also in dieser Weise der Organismus gegen die Gefahr von Fibrinausscheidung in den Blutgefässen, jedesmal wenn im Blute schwebende Zellen durch irgend eine Ursache zerstört werden, sich zu schützen befähigt ist, indem dabei als Spaltungsproducte Stoffe frei werden, von welchen wenigstens eine, die Albumose, in geringer Menge sicher nicht schädlich ist, und nöthigenfalls von den Nieren ausgeschieden werden kann.

Umsomehr darf diese Auffassung plausibel erscheinen, als es bekannt ist, dass bei Thieren nach dem Einführen von die Blutkörperchen zerstörenden Stoffen (Glycerin, destillirtem Wasser, in Wasser gelöstem Haemoglobin) [1] in das Blut, und beim Menschen bei allerhand mit Zerstörung von Blutkörperchen einhergehenden Krankheiten, Albumose im Harn gefunden werden kann, und bei massenhafter Zerstörung von Blutkörperchen, bei Menschen und Thieren, Thrombose der verschiedensten Blutgefässen beobachtet worden ist.

Mit welchen Mitteln der Organismus die Zerlegung des Nucleoalbumins zu Stande bringt, ist eine Frage welche mir für den Augenblick nicht zu genauerer Untersuchung reif scheint. Es liegt auf der Hand, hier in erster Linie an die Endothelzellen der Capil-

---

[1] N. M. JOSEPHUS JITTA, Over experim. Haemoglobinurie en Haemoglobinaemie. Dissert. Amsterdam, 1885.

Digitized by Google

largefässe zu denken, deren Bedeutung als lebende, active Zellen in der letzten Zeit durch HEIDENHAIN's Untersuchungen, soviel mehr wie früher in den Vordergrund gekommen ist. Wie es scheint, weisen auch die Untersuchungen LISTER's darauf hin, der noch vor kurzer Zeit die Aufmerksamkeit darauf lenkte, dass in den kleinen Gefässen das Blut nicht nur lange Zeit nach dem Tode flüssig bleibt, sondern selbst die Fähigkeit zu gerinnen ganz verlieren kann [1]).

Auf Grund des Mitgetheilten glaube ich meine Auffassung des Gerinnungsprocesses folgenderweise zusammenfassen zu können:

Im normalen, kreisenden Blut kommt in Lösung vor das Fibrinogen, eine Globulinsubstanz, welche bei etwa 56° C. gerinnt, derselben Temperatur bei welcher auch klares Plasma sich trübt, wie früher von HEWSON und später von FRÉDERICQ, für Plasma nachgewiesen ist, aus welchem sich, in der langsam absterbenden Vena jugularis des Pferdes, die Körperchen abgesetzt hatten, und wie mir auch aus der Untersuchung von in verschiedener Art vor Gerinnung geschütztem Blut hervorgegangen ist.

Aus dem Fibrinogen entsteht ein kalkhaltiger Eiweissstoff, das Fibrin, welcher sich, bei neutraler oder schwach alkalischer Reaction der Flüssigkeit, in der Form einer Gallerte ausscheidet, sobald eine Nucleoalbumin-Kalkverbindung, welche an das Fibrinogen Kalk abgiebt, in der Lösung vorhanden ist. Es ist, wie HAMMARSTEN näher ausgeführt hat, nicht sicher ob dabei das Fibrinogen in ein unlösliches und ein lösliches Spaltungsproduct zerlegt wird, oder aber ob es theilweise, mit Kalk verbunden, als Fibrin sich ausscheidet, und zu einem anderen, kleineren Theil gelöst bleibt.

Unter gewöhnlichen Verhältnissen entsteht die Nucleoalbumin-Kalkverbindung, das Fibrinferment, welche die Gerinnung des Blutes veranlasst, in Folge des Absterbens der im Blut schwebenden Körperchen, welche dem Plasma Nucleoalbumin abgeben, das sich jetzt mit dem im Plasma sich vorfindenden Kalk (vielleicht richtiger Calcium) verbinden kann.

Nucleoalbumine anderer Herkunft, von den Zellen der Glandula Thymus, von den Zellen des Hoden, von den Zellen der Milchdrüse (Casein) sind aber auch im Stande, sich mit Kalk zu verbinden und dann als Fibrinferment zu fungiren.

[1]) The Lancet, May 16, 1891, p 1081.

Digitized by Google

Das Ferment kann sich, nachdem es an das Fibrinogen zur Fibrin ilduug Kalk abgegebeu hat, wiederherstellen wenn in der Lösung Kalksalze vorhanden sind denen das Nucleoalbumin Kalk entziehen kann. Diese Regeneration ist aber, weil das gelöste Nucleoalbumin leicht zersetzt wird, beschränkt.

Das Ferment wird unwirksam gemacht durch Erhitzen auf die Temperatur bei welcher das Nucleoalbumin coagulirt wird. Diese Temperatur liegt, für das Nucleoalbumin der Blutkörperchen, bei etwa 65° C., sie wird aber beinflusst durch den Dauer der Erhitzung, und durch das Vorhandensein von Beimischungen, insbesondere von Salzen. Wie es scheint, liegt die Gerinnungstemperatur des Gewebsnucleoalbumins uud des Caseins höher.

Ausserhalb des Thierkörpers werdeu die verscheidene Nucleoalbumine leicht zersetzt, sehr leicht bei Anwesenheit von freiem Alkali und bei einer Temperatur von 60° C., wobei einerseits Nuclein oder dessen Spaltuugsproducte, andererseits Albumose frei wird.

Der lebende Thierkörper besitzt, die eine Thierart in höherem, die andere in geringerem Grad, die Fähigkeit Nucleoalbumin und Fibrinferment, wenn diese Stoffe im Blut entstanden, oder von Aussen hinein gebracht sind, in derselbeu Weise zu zersetzen. Die dabei frei kommende Albumose kann von deu Nieren ausgeschieden werden.

Ist aber die Nucleoalbumin- oder Fermentmenge im kreisenden Blut so gross, dass die Kräfte des Organismus zur Zerstörung des Nucleoalbumins nicht ausreichen, so kan dieser Stoff, wenn er noch nicht mit Kalk verbunden, Kalk aus dem Plasma aufnehmen, die Bildung von Fibrin aus dem Fibrinogen des Plasma's veranlassen und in Folge dessen Thrombose einer kleineren oder grösseren Zahl von Gefässen herbeiführen.

Digitized by Google

ÉTUDE SUR LE

DÉVELOPPEMENT DE L'APPAREIL URO-GÉNITAL

DES OISEAUX



PAR

C. K. HOFFMANN.

Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam

(TWEEDE SECTIE.)

DEEL I. No. 4.

AMSTERDAM,
JOHANNES MÜLLER.
1892.



3877

Digitized by Google

ÉTUDE SUR LE DÉVELOPPEMENT
DE L'APPAREIL URO-GÉNITAL DES OISEAUX,

PAR

C. K. HOFFMANN.

Introduction.

Lorsque, il y a quelques années, je m'occupais du développement du feuillet blastodermique moyen et de l'ébauche de la notocorde chez les Oiseaux (10) j'ai bientôt compris qu'il fallait préférer les embryons des Grallatoires et des Natatoires à ceux du Poulet, dont on se sert ordinairement pour les études embryologiques. Aussi les recherches que j'ai aujourd'hui l'honneur de présenter à l'Académie, ont-elles toutes été faites sur des représentants d'Échassiers et de Nageurs. Je me suis servi des embryons suivants:

Embryons de *Limosa aegocephala.*
„ „ *Totanus calidris.*
„ „ *Vanellus cristatus.*
„ „ *Larus argentatus.*
„ „ *Haematopus ostralegus.*
„ „ *Sterna paradisea.*
„ „ *Sterna hirundo.*
„ „ *Tringa pugnax.*
„ „ *Numenius arcuatus.*
„ „ *Gallinula chloropus.*
„ „ *Fulica atra* et
quelques embryons d'*Ardea cinerea.*

Aujourd'hui on sait assez par expérience qu'on cultive très aisément par l'incubation artificielle des formes monstreuses, surtout quand on veut aussi examiner des embryons plus âgés. C'est pourquoi je n'ai pris que des oeufs, tels qu'ils se trouvent à l'état naturel, et que l'on m'apportait tout frais presque chaque jour pendant la couvaison.

Digitized by Google

Quoique je me sois occupé pendant longtemps déjà de l'histoire du développement de l'appareil uro-génital chez les Oiseaux, je n'ai pourtant pas obtenu des résultats satisfaisants quant au développement des reins, surtout en ce qui concerne la question, de savoir s'il existe ou non un rein céphalique (pronéphros) et comment le rein primitif se comporte vis-à-vis de l'ébauche du rein permanent (metanéphros). Voilà pourquoi cette partie ne contient que l'histoire du développement de la glande sexuelle mâle et femelle, des capsules surrénales et du canal de MÜLLER (l'oviducte). Je me propose de traiter plus tard le développement des reins (pronéphros, mésonéphros et metanéphros).

Quant à la littérature je me suis borné ici au strict nécessaire, parce que à peu près tous mes prédécesseurs l'ont traitée amplement. Vu que je me propose de m'occuper plus tard du développement des organes uro-génitaux chez les Mammifères, j'ai renoncé pour le moment à la littérature très étendue des Mammifères sur ce sujet, pour éviter des répétitions continuelles.

DÉVELOPPEMENT DE LA GLANDE GÉNITALE.

Glande sexuelle indifférente.

C'est aux belles recherches de BORNHAUPT [2] et surtout aux importantes publications de WALDEYER [3], que nous devons nos premières connaissances exactes sur le développement de la glande génitale chez les Oiseaux. Selon le célèbre anatomiste et embryologiste de Berlin, on voit que chez l'embryon du Poulet vers la fin du quatrième jour, l'épithélium pavimenteux, dont est tapissée la cavité abdominale, devient cylindrique au niveau du corps de WOLFF et constitue une couche de cellules, à laquelle il a donné le nom d'épithélium germinatif. Par suite du développement de l'embryon, cet épithélium cylindrique se concentre à la face médiale et à la face latérale de la surface du rein primitif; les cellules qui revêtent la partie intermédiaire deviennent pavimenteuses. Aux dépens de l'épithélium germinatif latéral se développe le canal de MÜLLER, qui deviendra plus tard l'oviducte; aux dépens de l'épithélium germinatif médial se forme la glande génitale. En effet, au milieu des cellules cylindriques, lesquelles sont rangées en plusieurs couches, apparaissent de grandes cellules, qui se distinguent nettement des cellules péritonéales adjacentes, par leur aspect pâle et par leur grand noyau arrondi. C'est à ces grandes cellules pâles, que WALDEYER a donné le nom „d'ovules primitifs", conception à laquelle tous les observateurs postérieurs ont rendu hommage.

Digitized by Google

Les ovules primordiaux ont un diamètre de 16—18 μ, tandis que celui du noyau, qui ne semble contenir que peu de chromatine, est do 9—10 μ. WALDEYER donne à peu près les mêmes mesures.

En parlant de l'ébaucho de la glande sexuelle, SEMON (14) dit: „Wie WALDEYER finde auch ich die erste Spur der Anlage der Sexual-organe zwischen Enddarm und WOLFF'schen Körper an der medialen Fläche des letzteren als eine beträchtliche Verdickung des Epithels. Sie tritt ein, lange bevor die MÜLLER'schen Gänge angelegt sind, etwa zwischen 3 und 4 Tage der Bebrütung".

Dans la *Sterna hirundo*, le *Haematopus ostralegus* et la *Fulica atra*, j'ai tâché de découvrir dans quelle période du développement les ovules primordiaux commencent à apparaître et j'ai trouvé qu'ils existent déjà dans les stades très jeunes du développement.

Si l'on examine les embryons des Oiseaux, cités plus haut, avec 32—34 somites, ils s'y trouvent déjà en très grand nombre. Nous voulons décrire plus amplement leur apparition, chez la *Sterna hirundo*. Pl. 1 fig. 2 représente une coupe transversale d'un embryon de cet Oiseau avec 32 somites, vu à l'aide d'un très faible grossissement. Pour la facilité, je donnerai maintenant déjà le nom d'épithélium péritonéal à cette couche des cellules de lames pariétales et viscérales du feuillet moyen, laquelle est tourneé vers la cavité abdominale. Celui du feuillet splachnique, représenté comme une ligne obscure dans la figure ci-dessus, a une forme caractéristique et cette partie est faite en image sur Pl. 1 fig. 3, examiné à un grossissement très fort. Les cellules péritonéales subcylindriques, on pourrait presque dire cuboïdes, prennent ici une tout autre forme, elles deviennent plus allongées et plus coniques et sont groupées de façon que leurs bases et leurs sommets alternent entre eux; par-ci par-là elles sont placées en plusieurs couches nettes. Entre ces cellules péritonéales transformées on rencontre d'autres cellules, qui sont en structure, en forme et en grandeur parfaitement conformes aux cellules, que nous avons appris à connaître comme ovules primitifs et que j'appellerai de même ainsi. Il y a quelques régions où on ne trouve pas ces ovules primordiaux entre l'épithélium péritonéal, transformé d'une manière si caractéristique, mais bien du côté médial de celui-ci; là ils sont disposés en entière liberté entres les cellules étoilées de la splanchnopleure et l'hypoblaste, qui ne consiste qu'en une seule assise de cellules.

Je n'ai pas trouvé de cellules, que l'on pût considérer comme des cellules péritonéales en voie de transition en ovules primordiaux. Ensuite j'ai cherché, si je pouvais déjà trouver des ovules primitifs chez des embryons plus jeunes et les résultats de ces recherches se

Digitized by Google

ramènent à ceci: Chez les embryons de *Haematopus ostralegus*, de *Sterna paradisea* et de *Gallinula chloropus* avec 23 somites, je trouve des cellules, qui ne se distinguent en rien des ovules primordiaux, entre les cellules de la splanchnopleure, là même, où celle-ci n'a que l'épaisseur d'une seule couche de cellules. Je rencontre la même espèce de cellules entre le feuillet splachnique et l'hypoblaste; puis je trouve par-ci par-là, entre les cellules de l'hypoblaste qui sont ordinairement encore fusiformes, des cellules, qui ne diffèrent en rien des ovules primordiaux et je remarque la même espèce de cellules dans le vitellus nutritif et dans le rempart germinatif. Je ne prétends naturellement pas du tout que toutes ces cellules, ressemblant à des ovules primordiaux, soient en effet des ovules primitifs, mais seulement que nos ressources actuelles ne nous permettent pas de décider dans quelle période du développement, les ovules primitifs se forment et comment ils se forment.

J'ignore même, s'ils dérivent des cellules du mésoblaste ou s'ils émigrent peut-être du vitellus nutritif au mésoblaste comme des cellules de segmentation secondaires.

Que les ovules primordiaux se trouvent plus tard parmi les cellules péritonéales si singulièrement transformées et auxquelles on donne ordinairement le nom d'épithélium germinatif, personne ne le contestera, mais quiconque tâche de trouver l'origine des ovules primordiaux dans les embryons de plus en plus jeunes, en se servant de bonnes coupes et d'objets favorables, commencera à révoquer en doute, que les ovules primitifs soient des cellules péritonéales transformées, ou, comme il est admis généralement et comme je l'ai cru moi-même aussi autrefois, qu'ils soient des cellules péritonéales privilégiées, qui naissent où ils sont situés.

De ce qui a été dit ci-dessus, il est évident que, chez les jeunes embryons d'Oiseaux, les cellules péritonéales se transforment en un épithélium germinatif apparent, sur une étendue beaucoup plus grande que chez les embryons plus âgés, car il s'étend ici, sur une fort grande partie de la racine du mésentère, tandis qu'il ne se rencontre chez les embryons des périodes de développement plus avancées que du côté médial du rein primitif, là où la glande sexuelle s'ébauche. En même temps, un autre phénomène que l'on observe chez les embryons plus développés fut complètement mis en lumière par l'examen des périodes plus jeunes.

Pour les embryons plus âgés, dans lesquels l'intestin primitif s'est fermé sur une grande partie de sa surface, tant à la partie antéri-

Digitized by Google

eure qu'à la postérieure, l'épithélium de la racine du mésentère, qui a pris, dans les périodes moins avancées, le caractère d'un épithélium gorminatif, recommence à se transformer en cellules péritonéales ordinaires. Par-ci par-là on trouve encore quelques ovules primordiaux entre l'épithélium péritonéal ordinaire, mais un phénomène plus important c'est que, dans le tissu de la racine du mésentère elle-même, savoir, entre ses cellules de tissu conjonctif étoilées et fusiformes, se rencontrent des ovules primordiaux en très grand nombre, jusqu'au-dessous de la paroi de l'aorte. D'abord, je ne pouvais pas me rendre compte de ce phénomène, mais l'organisation des jeunes embryons le rend clair. Car, lorsque les cellules péritonéales de la radice du mésentère, après avoir pris l'aspect d'épithélium germinatif, reprennent plus tard le caractère de cellules péritonéales ordinaires, les ovules primitifs qui y sont logés pénètrent dans le tissu de la radice et cela explique leur apparition réitérée dans les susdites régions. D'ailleurs, comme nous l'avons vu, il se trouve déjà chez de jeunes embryons entre la splanchnopleure et l'hypoblaste des cellules, qui ne se distinguent en rien des ovules primitifs.

Si les ovules, dans la radice du mésentère avortent plus tard, ou s'ils émigrent vers l'épithélium péritonéal, qui devient chez les embryons plus âgés l'épithélium germinatif apparent, je l'ignore ; cependant de ces deux suppositions, j'admets la première.

Comme on le voit, l'ébauche des glandes sexuelles a dans les périodes encore peu avancées des limites très indistinctes et subit bientôt des transformations et des modifications considérables. Puis, nous avons examiné, si la glande sexuelle, chez les Oiseaux, montre encore pendant son développement des traces d'une ébauche segmentairo. Comme nous l'avons démontré (13) pour les Amphibies (Urodèles), on reconnaît encore chez eux, au pli génital, des traces plus ou moins distinotes d'une segmention et RÜCKERT (15) et VAN WIJHE (17) nous ont appris plus tard, que la glande sexuelle choz les Sclachiens est sans aucun doute segmentée. Mais ni chez les Oiseaux, ni chez les Reptiles, je n'ai pu trouver quelque chose, qui indiquât uno ébauche segmentaire de la glando génitale.

Maintenant qu'il est évidont que les ovules primitifs ne dérivent pas des cellules péritonéales prévilégiées, mais qu'ils se rencontrent déjà dans de très jeunes périodes de développement, bien que leur première ébauche chez les Vertébrés, soit encore entièrement inconnue, il sera nécessaire de laisser tomber le mot „épithélium germinatif." Voila pourquoi j'appellerai désormais, cette partie do l'épithélium péritonéal, qui se transforme en une assise, dont les cellules

Digitized by Google

sont disposées en plusieurs rangées et entre lesquelles sont placées les ovules primitifs „couche des ovules primitifs" (Ureierlager, Keimwülste, Keimstätte des auteurs allemands), comme BRAUN l'a déjà fait pour les Reptiles. Cette couche des ovules primitifs, comme on le sait assez, ne se rencontre, dans les périodes de développement plus avancées, que du côté médial du corps de WOLFF et forme chez les embryons, qui sont destinés à devenir des femelles, le point de départ de l'ébauche des ovules ovariens. Quand, par contre, la glande sexuelle se transforme en testicule, les ovules primordiaux émigrent dans les cordons génitaux, et deviennent les spermatogonies, tandis que les cellules péritonéales elles-mêmes ne prennent point part au développement des produits sexuels, ou des tubes séminifères, comme nous le verrons tout à l'heure.

Dans les périodes de développement encore très peu avancées, quand la couche des ovules primitifs n'a pas encore de contours distincts et que le canal de MÜLLER n'est pas encore ébauché, des prolongements cellulaires pleints poussent déjà de la partie médiale des capsules de Malpighi, tout-à-fait de la même manière, que je l'ai décrit autrefois pour les Amphibies (13) et les Reptiles (18, 24). De même que pour le dernier groupe de Vertébrés ces cordons cellulaires envoient un prolongement du côté qui regarde le dos que du côté tourné vers le ventre, le premier prend part à la formation des capsules surrénales, tandis que le prolongement ventral se dirige vers la couche des ovules primitifs, en formant l'ébauche des cordons cellulaires, auxquels je donnerai le nom de cordons génitaux ou de cordons sexuels, parce que le nom de cordons segmentaires me semble moins juste, surtout pour les Oiseaux. Seulement les cordons antérieurs s'écartent en quelque sorte de l'organisation typique parce que les capsules surrénales s'étendent plus vers la tête que la couche des ovules primitifs, comme nous le verrons en traitant l'histoire du développement des capsules surrénales. Puisqu'il y a une grande différence d'opinion sur l'origine de ces cordons, je veux décrire leur développement un peu plus en détail.

Je choisis pour cela une série de coupes transversales d'un embryon du *Totanus calidris*. Pl. II, fig. 2 représente une coupe, pratiquée tout à fait en avant, presque immédiatement derrière le coeur. On voit qu'il s'agit d'un embryon d'une période de développement encore moins avancée, non seulement le mésonéphros n'occupe qu'un espace peu considérable, mais les corpuscules de Malpighi ne sont aussi que peu développés. De la partie médiale de la capsule de Malpighi, laquelle est en voie d'ébauche, part un prolongement cellulaire pleint (*a*), presque exactement en face de la partie, qui

Digitized by Google

viendra plus tard „le cou" du corpuscule de Malpighi. Ce prolongement est partout librement proéminent entre les cellules étoilées du tissu mésoblastique, qui sont situées entre les parois ventrales de l'aorte et celles de la radice du mésentère.

Sur une section prise dans la partie antérieure de cette dernière, les corpuscules de Malpighi, qui y sont plus développés déjà, montrent de pareils prolongements, mais plus petits, tandis que dans le voisinage plus immédiat de la tête, ils ne se présentent plus. Ni dans la partie du corps où a été pratiquée la coupe que représente la figure, ni dans la partie qui avoisine la tête, on ne voit des ovules primitifs parmi l'épithélium péritonéal. C'est dans quelques sections situées plus en arrière (vers la queue) qu'apparaissent les premiers ovules primordiaux, en même temps que les cordons cellulaires, qui sortent des capsules de Malpighi, deviennent plus forts et commencent à se tortiller. En outre, on trouve que ces cordons naissent ici exactement diamétral du „cou" du corpuscule de Malpighi. Pl. II fig. 3 représente une coupe, faite trois somites plus près de la queue. Ici, l'épithélium péritonéal, qui participera à la formation de la couche des ovules primitifs, a acquis déjà distinctement ce caractère; pourtant, il y a encore relativement peu d'ovules primordiaux; peu à peu cependant, ils se multiplient dans la direction de la queue. Tout à fait en face de la partie, qui deviendra plus tard „le cou", un cordon cellulaire pleint prolifère de la capsule de Malpighi, qui est en voie d'ébauche; ce cordon envoie deux prolongements, dont l'un se dirige vers le côté dorsal et l'autre vers le côté ventral; le dernier s'adosse presque immédiatement à la couche des ovules primitifs; cependant il en est séparé distinctement et forme l'ébauche des cordons génitaux, tandis que le prolongement dorsal, qui forme l'ébauche des capsules surrénales, finit sans limites distinctes.

Parce que les corpuscules de Malpighi en voie de développement se trouvent placés presque côte à côte, les cordons cellulaires émanant de la partie médiale de leurs capsules, sont séparés par de petits espaces. Bientôt ces prolongements commencent à s'anastomoser entre eux, en formant ainsi un réseau de tubes ou cordons pleints, les mailles duquel sont occupées, comme nous le verrons plus tard, par de faibles vaisseaux sanguins.

Dans les coupes pratiquées dans la partie postérieure du corps, le nombre d'ovules primitifs augmente; non seulement, ils sont logés ici dans la couche des ovules primordiaux, mais ils se rencontrent encore, et même en assez grand nombre, parmi les cellules péritonéales, qui revêtent la radice du mésentère, et surtout dans le tissu de la ra-

Digitized by Google

dice elle-même. Les cordons cellulaires susdits montrent d'abord encore les mêmes relations, mais peu à peu ils deviennent rudimentaires, quand on s'approche de la partie postérieure du corps. Pl. II fig. 4 répresente une coupe, pratiquée cinq somites plus près de la queue que fig. 3. Les corpuscules de Malpighi sont ici encore si rudimentaires, qu'il est souvent difficile de décider si on a vraiment le droit d'en parler déjà. Pourtant je veux donner ce nom aux canalicules du corps de Wolff, qui se sont déjà invaginés par un prolongement vasculaire de l'aorte. Un petit cordon cellulaire part de la capsule encore très rudimentaire, mais n'atteint pas même la couche des ovules primitifs. Encore plus près de la queue, je ne trouve plus de prolongements cellulaires de ce genre, tandis que les ovules primordiaux disparaissent aussi bientôt.

Les cordons cellulaires, dirigés vers la face dorsale et qui sont destinés à prendre part au développement des capsules surrénales, restent pendant une longue partie de la vie embryonnaire en continuité avec les cordons, dirigés vers le côté ventral, qui forment l'ébauche der cordons génitaux. L'histoire du développement des capsules surrénales sera traitée plus tard. Pour le moment nous nous bornerons à l'histoire du développement des cordons sexuels et de la glande génitale. Chez les embryons plus âgés, le mésonéphros augmente considérablement de volume et les corpuscules de Malpighi deviennent en même temps plus nombreux. Aussi loin que s'étend la couche des ovules primitifs, chaque corpuscule de Malpighi prend part à la formation des cordons génitaux et à celle des capsules surrénales; dans la région située devant la glande sexuelle, ces corpuscules poussent des cordons cellulaires, qui ne participent qu'à l'ébauche des capsules surrénales. La couche des ovules primitifs elle-même acquiert des limites plus nettes, elle s'élève davantage dans la cavité du corps et devient plus riche en ovules primitifs, lesquels commencent à disparaître partout ailleurs.

Avant de continuer l'histoire du développement de la glande génitale, je veux d'abord dire quelque chose sur les vaisseaux sanguins du rein primitif. Pour les Oiseaux, de même que pour les Reptiles, comme je l'ai demontré ailleurs, les canalicules du rein primitif sont enveloppés de tous côtés par des vaisseaux sanguins. Ces sanguins ne se composent du moins chez les jeunes embryons, que d'un endothélium, qui se place partout, immédiatement à côté de l'épithélium des canalicules du rein primitif. Les espaces qui se trouvent entre les canalicules du corps de Wolff ne sont donc autre chose que de grandes cavités de vaisseau sanguin. C'est non seulement entre les canalicules du corps de Wolff eux-mêmes, mais aussi entre ceux-ci et la

Digitized by Google

couche des ovules primitifs que ces sanguins extrêmement tendres, mais très larges, se continuent et c'est aussi ici qu'une des parois endothéniales s'applique étroitement au bord de la couche des ovules primordiaux, tourné vers le mésonéphros, tandis que l'autre se lie à la paroi des canalicules du rein primitif. Les cellules fusiformes très minces, qui n'ont que l'épaisseur d'une seule assise et qui séparent la couche des ovules primitifs du rein premitif, ne sont donc pas des cellules fusiformes de tissu connectif, car celles-ci y manquent encore totalement, mais c'est l'endothélium du sanguin, tourné vers la couche des ovules primitifs. Il faut avoir des coupes très minces et des embryons fort bien conservés pour s'en convaincre. La *Limosa aegocephala* m'a donné les meilleurs résultats.

Pl. II fig. 1 et 5 sont deux dessins, répresentant des coupes pratiquées en différentes régions d'un embryon de la *Limosa*, qui est un peu plus âgé, que celui du *Totanus*. L'une de ces sections a été faite dans la partie antérieure du corps au devant de la région de la glande génitale (Fig. 5), l'autre environ à moitié du niveau de la couche des ovules primitifs (Fig. 1). Comme nous venons de voir, les canalicules du rein primitif sont enfilés de tous côtés par des sanguins, dont la paroi, ne se composànt que d'un endothélium, se met immédiatement en contact avec l'épithélium de ces canalicules. Il faut donc que les cordons cellulaires émanant des capsules de Malpighi s'évaginent la paroi du sanguin en s'accroissant, c'est ce que font tant les cordons qui s'emploient de l'ébauche des capsules surrénales — voir pl. II fig. 5 —, que ceux, qni sont destinés à former les propres cordons génitaux (voir pl. II fig. 1).

J'attache une très grande importance à ce phénomène, eu ce qui concerne la question de l'origine des cordons génitaux. Si ces cordons étaient formés par prolifération des cellules péritonéales de la couche des ovules primitifs et s'ils se dirigeaient plus tard vers les corpuscules de Malpighi, comme on le préteud encore aujourd'hui, ils devraient être d'abord séparés des capsules de Malpighi par des vaisseaux sanguins. Mais ce n'est pas le cas, au contraire, ils sont séparés de la couche des ovules primordiaux par des sanguins. Avant que les cordons puissent s'adhérer à la couche des ovules primitifs, il faut qu'ils repoussent les parois endothéliales du sanguin. De là le phénomène que l'on trouve dans une région les cordons génitaux encore séparés de la couche des ovules primitifs, par une double assise des cellules fusiformes — la paroi endothéliale du sanguin tournée l'une sur l'autre — et dans l'autre région, par contre on trouve la couche des ovules primitifs et les cordons génitaux en continuité, ici les cordons génitaux ont deplacé les vaisseaux

Digitized by Google

sanguins. Aussitôt que la couche des ovules primordiaux et les cordons sexuels se sont soudés, la migration des ovules dans ces cordons semble débuter.

Les cordons génitaux forment chez les jeunes embryons des rayons épais, qui prennent leur origine à la large base de la capsule des corpuscules de Malpighi. Ils consistent en cellules polygonales, dont on ne voit pas toujours nettement les contours et ils renferment un noyau ordinairement rond, d'un diamètre de 6 à 6.5 μ. Lors même, que les cordons génitaux sont arrivés immédiatement en contact avec la couche des ovules primitifs, leurs cellules se distinguent ordinairement encore plus ou moins nettement des cellules péritonéales de la couche des ovules primitifs. Celles-ci ont un noyau plus ovale de 7.5 μ de longueur et de 5 μ do largeur. Dans les embryons un peu plus âgés, ces cordons subissent déjà des changements caractéristiques. Ayant à l'origine l'épaisseur do plusieurs assises, leurs cellules s'arrangent bientôt de manière, que leur paroi se reduise à une couche unique de cellules, en d'autres mots, les cordons génitaux prennent bien vite le caractèro de tubes pleints, dont la paroi ne se compose que d'une seule couche de cellules, comme la pl. II fig. 6, représentant un corpuscule de Malpighi avec un cordon génital d'un embryon plus âgé du *Vanellus cristatus* —, le montre clairement.

La glande sexuelle chez les embryons très jeunes est déjà asymétrique, tant en ce qui concerne la situation qu'en ce qui concerve le développement. La glande gauche commence un peu plus en avant du corps que la glande droite et ne s'étend ordinarement pas si loin, dans la direction de la queue que la glande sexuelle droite.

La situation asymétrique des glandes génitales est causée par le cours de la *vena cava inferior* qui, sortant du lobe du foie droit se rend en arrière le long du côté ventral du rein primitif. Cependant ce qui est plus important que l'asymétrie dans la situation, c'est le développement asymétrique des deux glandes.

Car la glande gauche est dans tous les embryons toujours plus développée que la glande droite et il en est aussi de même dans les périodes ultérieures, soit quo la glande sexuelle devienne testicule, soit quelle se développe en ovaire (*Vanellus cristatus, Totanus calidris, Tringa pugnax, Haematopus ostralegus, Limosa aegocephala, Larus argentatus, Numenius arcuatus, Sterna paradisea).*

La pl. I fig. 1 représente une figure, combinée de trois coupes superposées d'un embryon de *Limosa aegocephala* d'un stade postérieur à celui qui vient être décrit. Du côté médial de tous les corpuscules de Malpighi sortent des cordons cellulaires pleints, dont les prolongements dirigés vers le côté ventral anastomosent entre eux, pour

Digitized by Google

former ainsi le réseau des cordons génitaux. Partout ces cordons se resserrent l'un contre l'autre et ne sont separés par-ci par-là l'un de l'autre et de la couche des ovules primitifs, que par quelques cellules de tissu connectif fusiformes et par des sanguins, que l'on reconnaît aisément aux globules de sang, qu'ils contienont. L'observation de SEMON (14) est juste, quand il dit: Diese aüsserst schwache Entwicklung des Bindegewebes ist für die ersten und mittleren Entwicklungsstadien der Keimdrüse im höchsten Grade charakteristisch. Der grösste Theil des Bindegewebes, das wir in älteren Stadien in der Keimdrüse finden, wuchert erst viel später als Begleitung der Gefässe hinein".

Dans les jeunes embryons l'ébauche de la glande sexuelle s'étend sur une longueur de sept ganglions spinaux, dans les embryons plus âgés sur cinq et dans les embryons des périodes ultérieures sur quatre ganglions spinaux. Quel est le rapport entre la longueur de la glande génitale et le nombre des ganglions spinaux au terme de la vie embryonnaire, je l'ignore. La partie postérieure de la glande sexuelle s'atrophie dans les embryons plus âgés, phénomène que nous avons aussi appris à connaître en ce qui concerve les Anamniens et les Reptiles (18, 24).

Quand la glande sexuelle s'est différenciée, l'ovaire ne diffère d'abord que peu du testicule en grandeur, mais vers la fin de la vie foetale, l'ovaire, c'est-à-dire, la glande génitale gauche permanente, surpasse le testicule considérablement en grosseur.

Différenciation sexuelle. Suivant SEMON (14) la différenciation sexuelle du Poulet se montre le cinquième ou le sixième jour au plus tard, et se caractérise d'abord par une retardation remarquable du développement de la glande génitale droite chez la femelle. De même chez les mâles, à ce qu'il dit, le testicule droit se développe souvent plus lentement et reste souvent plus petit durant toute la vie, mais la différence est si insignifiante, que le sixième jour, on peut toujours facilement reconnaître le testicule de l'ovaire. Malheureusement on ne peut guère bien faire usage de ce critérium pour les Grallatoires et les Natatoires; que nous avons examinés, car ordinairement la glande génitale droite dans les embryons femelles se développe, durant une grande période de la vie embryonnaire, presque aussi fort que celle du côté gauche et la rétrogradation de l'ovaire droit ne se montre qu'aux dernières périodes.

Le canal de MÜLLER ne nous tire pas d'embarras non plus, comme nous venons de le voir, car il est d'abord aussi développé chez les femelles que chez les mâles. Nous devons donc avoir recours à la dif-

Digitized by Google

férence histologique de la glande génitale. C'est là une chose très difficile pour des embryons qui ne sont pas encore fort developpés, comme le dit aussi SEMON. WALDEYER (2) veut voir une différence en cela que la couche des ovules primitifs (Keimepithelium : WALDEYER) de l'ovaire se développe bientôt plus fort, tandis que celui du testicule reste de plus en plus en retard. En se basant sur cette manière de voir on pourrait assez tôt reconnaitre comme mâles les embryons, dont la glande génitale est revêtue d'un épithélium bas et plat. SEMON doute de la certitude de ce critérium, car il a trouvé que çà et là la glande génitale mâle des embryons du douzième jour, possède encore très distinctement une couche des ovules primitifs (Keimepithelium : SEMON), dont les cellules sont encore placées sur plusieurs rangées.

Moi, je trouve que les cordons génitaux dans les embryons, dont la glande génitale devient testicule, montrent déjà de bonne heure, très distinctement une transformation particulière de leur épithélium. La couche des ovules primitifs n'atteint jamais ici une épaisseur aussi considérable que chez les femelles, mais diminue bientôt de plus en plus, parce que tous les ovules primordiaux émigrent dans les cordons génitaux. Il faut de plus remarquer, que les cordons restent pleints. Ce n'est que dans les embryons, qui sont près d'éclore et chez de jeunes animaux, que quelques-uns de ces rayons viennent obtenir une lumière très étroite. Les grands tubes creux si caractéristiques de la glande mâle du Poulet frais éclos, que SEMON a représentés en image, ne se rencontrent pas dans tes embryons des Grallatoires et des Natatoires, pas plus que dans les jeunes animaux de 3 à 4 jours.

Si la glande sexuelle se développe en ovaire, les cordons génitaux se mettent beaucoup moins en avant; la couche des ovules primitifs au contraire s'épaissit continuellement de plus en plus. Dans les embryons plus âgés les cordons génitaux se transforment en tubes larges et creux. Bien que chez les femelles des ovules primitifs émigrent aussi dans les cordons génitaux, ces ovules pourtant ne se développement jamais plus loin, mais viennent totalement avorter. Aussitôt que les ovules primordiaux débutent par s'organiser en ovules ovariens, les cordons génitaux se réduisent.

Tandis qu'il est assez facile de reconnaître l'ovaire du testicule dans les embryons plus âgés, cela est très difficile dans les stades moins avancés. Cette difficulté devient encore plus grande par la circonstance que dans les jeunes embryons le testicule gauche, quoique un peu moins que l'ovaire gauche, montre en quelque sorte une autre structure histiologique que le testicule droit.

Testicule. La pl. III fig. 1 représente une partie d'une coupe

Digitized by Google

transversale de la glande génitale d'un jeune embryon mâle du *Haematopus ostralagus*. La couche des ovules primitifs se compose de cellules péritonéales, placées sur plusieurs rangs, entre lesquelles se trouvent de nombreux ovules primordiaux. Cet épithélium stratifié forme sur toute la surface du testicule une assise assez égale, mesurant 36—40 μ d'épaisseur. Les cordons génitaux se montrent partout comme des tubes pleints, ils forment là des amas, tantôt accolés directement à la couche des ovules primordiaux, tantôt éloignés de cette couche par des cellules de tissu conjonctif étoilées et fusiformes et des vaisseaux sanguins tendres. Les éléments cellulaires, dont les cordons sont composés, s'allongent et commencent à se transformer en cellules plus ou moins cylindriques et coniques. Entre ces cellules on en voit d'autres qui, quoique encore en petit nombre, se font remarquer immédiatement par leur grandeur beaucoup plus considérable. Elles ressemblent en tout à des ovnles primordiaux et pendant les périodes de développement plus avancées on voit encore beaucoup plus distinctement que ce sont en effet des ovules primordiaux, qui sont émigrés de la couche des ovules primitifs aux cordons génitaux. Des cellules de tissu conjonctif, très faibles et encore très pen differenciées, jointes à des vaisseaux sanguins tendres se séparent les rayons genitaux. Dans les embryons de *Vanellus cristatus* et de *Totanus calidris*, dans les périodes de développement correspondantes, la couche des ovules primitifs est moins élevée et mons régulièrement stratifiée que chez l'embryon de *Haematopus ostralegus.*

La pl III fig. 2 montre une partie d'une section transversale du testicule d'un embryon de *Limosa aegocephala* en un stade ultérieur à celni qui vient être décrit de *Haematopus ostralegus.* Les cordons génitaux qu'on peut bien nommer ici déjà „tubes séminifères" forment un amas de rayons anastomosants et se séparent par des faisseaux forts de tissu conjonctif tendre, qui abondent en vaisseaux sanguins. Les tubes séminifères se soudent à la couche des ovules primitifs si intimement qu'on ne saurait indiquer les limites. D'autre part ils sont séparés par des vaisseaux sanguins et des faisseaux de tissu conjonctif.

Dans la couche des ovules primitifs elle-même on voit tantôt les ovules primordiaux en une seule assise, tantôt ils se trouvent en deux ou trois rangs, isolés l'un de l'autre par des cellules péritonéales ou unis en groupes. Les tubes séminifères renferment deux espèces de cellules: des cellules grandes et rondes et des cellules plus petites d'une forme conique ou cylindrique, qui les premières enveloppent. Les grandes cellules ont un noyau arrondi et volumineux, qui ne contient que peu de chromatine et qui ne se colore que très faiblement

par les reactifs; son diamètre est de 9—11 μ. Le corps protoplasmatique est également très pâle, les contours sont ordinairement très indistincts. Le noyau des petites cellules est ovale, il a une longueur de 6—7 μ, une largeur de 4—5 μ et est teinté très fortement. Les deux espèces de cellules se trouvent mêlées sans aucun ordre, ne formant ordinairement qu'une seule assise, comme cela se voit dans les sections, qui ont coupées le tube ou exactement dans son axe longitudinale ou transversale. Entre les grandes cellules des tubes séminifères et les ovules primordiaux de la couche des ovules primitifs, il n'y a pas de moindre différence. Il n'est pas douteux que les grandes cellules soient des ovules primordiaux émigrés et qu'elles représentent les propres cellules du testicule — les spermatogonies —, tandis que les petites cellules — les éléments originaires des cordons génitaux — forment les cellules de soutien (Stützzellen des auteurs allemands):

Les figures ressemblent presque entièrement à celles des tubes séminifères en repos du passereau, que Frans Etzold (28) a données, cependant, avec cette différence, que là dominent les spermatogonies et ici les cellules de soutien.

Les cellules de la couche des ovules primitifs ainsi que celles des cordons génitaux (les ovules primordiaux émigrés et les cellules de soutien) montrent de nombreuses karyokinèses.

Mihalcovics (12) distingue deux périodes dans la formation des ovules primordiaux; la première produit — comme il dit — la matière pour les cordons sexuels, la deuxième, les véritables ovules primordiaux. Il y a une pause entre les deux périodes, pendant laquelle la formation des cellules primordiales s'arrête. Cependant une pause de ce genre n'existe pas, d'après Semon, pour le Poulet et nous pouvons l'affirmer pour tous les *Natatoires* et les *Grallatoires*, que nous avons examinés. Pour tous ces Oiseaux, l'émigration des ovules primitifs continue, sans interruption, même jusqu'à la fin de la vie foetale.

Pour les embryons de *Haematopus ostralagus* des périodes de développement correspondantes, la couche des ovules primitifs est beaucoup plus épaisse que chez la *Limosa aegocephala*.

Pour rendre clair le rapport mutuel existant entre le tissu conjonctif et les cordons génitaux, on trouve répresenté à la pl. III fig. 3 une coupe transversale faite à travers le testicule de l'embryon de *Limosa aegocephale* d'une période de développement peu avancée et à la fig. 4 une section pratiquée à travers l'embryon plus âgé du même animal. Comme on le voit, le tissu connectif du testicule est beaucoup moins développé, dans le jeune embryon, par rapport aux cordons génitaux, que dans les embryons d'une époque plus avancée. Très souvent on trouve

Digitized by Google

entre les tubes séminifères et le tissu conjonctif de grandes cavités, qui doivent leur origine à la circonstance, que les cellules de ces tubes sont fortement ratatinées par les réactifs. Ces figures prouvent en même temps que pendant toute la durée de l'émigration d'ovules primordiaux dans les cordons génitaux, ceux-ci ne possèdent pas encore une membrane propre. Durant tout le développement embryonnaire le testicule adhère au mésonéphros (corps de WOLFF) sur toute sa largeur par les cordons génitaux, par des vaisseaux sanguins et par du tissu connectif; les cordons forment partout, dès leur origine des corpuscules de Malpighi jusqu'au testicule, comme dans la glande génitale elle-même, encore des tubes pleints.

La glande sexuelle reste longtemps stationnaire dans les périodes de développement suivantes; les changements principaux consistent en un accroissement en grandeur, non seulement par l'augmentation de cordons génitaux et par l'émigration do nouveaux ovules primordiaux, mais aussi par l'accroissement du tissu conjonctif et des vaisseaux sanguins. La seule cause de l'augmentation des cordons génitaux, du moins, en tant que nous avons eu l'occasion de suivre les relations, depend de l'accroissement des cordons existants déjà et non d'une néo-formation, car dans ces périodes de développement il ne se forme plus de corpuscules de Malpighi et par conséquent, il ne se produit plus de cordons sexuels.

L'état permanent commence par la disparition des ovules dans la couche des ovules primitifs, qui se transforme en même temps en un épithélium péritonéal ordinaire, dans lequel il se trouve encore par-ci par-là un ovule primordial avorté. Voir à la pl. III fig. 5. Sous les cellules péritonéales se développe maintenant une couche de tissu conjonctif fibrillaire très forte et très riche en vaisseaux sanguins — l'albuginée, — tandis que dans une autre partie du tissu connectif du testicule commence à se développer la membrane propre des tubes séminifères; ceux-ci reçoivent, en différentes régions, une très petite lumière, au reste, leur organisation ne progresse plus.

L'adhésion du testicule au corps de WOLFF commence maintenant à se dégager et n'est appuyée, que par un réseau de tissu connectif fibrillaire à grandes mailles, qui disparaît, peu à peu, plus tard en grande partie. La région au contraire, qui devient „hilus" et qui renferme le „rete testis", se lie intimement au rein primitif. Ici les cordons génitaux continuent à subsister et forment ainsi la jonction du testicule au corps de WOLFF, celui-ci devient — à ce que nous savons — épididyme.

Quand les ovules primitifs commencent à disparaître de l'épithélium péritonéal de la glande sexuelle, ce qui introduit l'état perma-

D 2

Digitized by Google

nent, les canaux efférents acquièrent une lumière très distincte et la transformation du corps de Wolff dans l'épididyme débute en même temps. Les glomérules des corpuscules de Malpighi deviennent successivement de plus en plus petits et avortent entièrement (voir à la pl. III fig. 7). L'épithélium de ces corpuscules se change en des cellules cylindriques basses. Dans les jeunes animaux de *Limosa aegocephala* et de *Numenius arcuatus*, âgés de trois ou quatre jours, le rein primitif s'est entièrement transformé déjà en épididyme et il ne reste plus rien du corps de Wolff, proprement dit. Le changement des tubes du rein primitif en ceux de l'épididyme commence d'abord du côté latéral du mésonéphros, c'est à dire, dans l'entourage immédiat du canal de Wolff et s'avance ainsi vers le côté médial. Dans le voisinage immédiat de la glande sexuelle on trouve les corpuscules de Malpighi encore très peu changés, pendant que d'autres, se rapprochant plus du côté latéral, montrent déjà très distinctement des traces de leur transformation. Ce n'est naturellement que la partie antérieure du corps de Wolff, qui se change en épididyme, la plus grande partie postérieure avorte entièrement, comme chacun sait. Quant aux jeunes Oiseaux, cités ci-dessus, les tubes du rete testis (les canaux efférents) avaient déjà une lumière très considérable, tandis que celle des tubes séminifères était ou encore très petite ou manquait même tout à fait.

Au bord ventral de l'épididyme, j'ai trouvé très distinctement, surtout chez le *Numenius arcuatus*, en trois ou quatre endroits, deux ou trois petits canaux se terminant en cul de sac, qui ressemblaient en tout aux tubes séminifères quant à leur structure, mais qui ne renfermaient pas d'ovules primitifs et qui se trouvaient complètement isolés dans le tissu du rein primitif (voir pl. III fig. 6). L'origine et la signification de ces tubes isolés, me sont restées inconnues. Leur parfaite ressemblance avec les tubes séminifères, c'est à dire, si on laisse là le manque de spermatogonies, fait présumer que ce sont des cordons génitaux séparés, qui sont restés dans le tissu du mésonéphros (épididyme) et qui ont subi des changements particuliers, ce qui fait qu'ils ressemblent aux tubes séminifères. S'ils sont homologues aux petits canaux se terminant en cul de sac, que Henle a décrits comme „parepididymus" (corps innominé de Giraldès) je ne saurais le dire. Chez le *Numenius arcuatus* j'ai trouvé encore, au bord du hilus du testicule, de petits groupes de cellules ganglionnaires, qui étaient reliées par des faisceaux de fibres nerveuses minces au grand ganglion sympathique des capsules surrénales et dont de fins filaments rayonnaient dans le testicule. Dans les jeunes animaux de *Numenius arcuatus* de 3—4 jours, le canal de Wolff,

Digitized by Google

que nous pouvons bien nommer déjà „canal déférent", s'étend beaucoup plus en avant que la glande sexuelle, elle-même et se termine en cul-de-sac.

Comme nous l'avons vu plus haut, le développement de la glande génitale est presque toujours asymétrique, la glande sexuelle gauche, étant ordinairement plus développée que la glande génitale droite. Chez les Oiseaux mâles le testicule gauche reste très souvent, durant toute la vie, un peu plus grand que celui du côté droit. Ce développement asymétrique se voit surtout très clairement dans les périodes moins avancées; la différence se montre pourtant moins dans la forme extérieure .que dans la structure histologique.

Si l'on examine, par exemple, le testicule de *Limosa aegocephala*, de *Vanellus cristatus*, de *Totanus calidris* et d'autres Oiseaux des périodes de développement encore peu avancées, on trouve ce qui suit: Les cordons génitaux, les cellules de tissu conjonctif encore très peu différenciées, les vaisseaux sanguins tendres etc. ne montrent pas de différence importante entre la glande sexuelle droite et celle du côté gauche, mais la couche des ovules primitifs présente dans la glande génitale gauche un tout autre aspect que celle de la glande sexuelle droite. A gauche, elle forme un épithélium stratifié, qui abonde en ovules primordiaux; à droite, l'épithélium se trouve beaucoup plus bas, il contient peu d'ovules et par-ci par-là il n'a l'épaisseur que d'une seule assise. Dans les embryons un peu plus âgés, les mêmes différences existent encore toujours, par conséquent les cordons génitaux du testicule gauche abondent de plus en plus en ovules primordiaux, que ceux du côté droit. Dans les embryons des périodes encore plus avancées, cette différence commence à disparaître. Ainsi je n'ai pu indiquer de différence, par exemple, entre la couche des ovules primitifs du testicule droit et celle du testicule gauche dans l'embryon du *Limosa aegocephala*, dont une coupe est représentée à la pl. III fig. 2, mais presque toujours j'ai trouvé que la glande génitale mâle du côté gauche reste un peu plus grande et plus forte que celle du côté droit.

Comme Richard Semon (14) l'a démontré le premier pour le Poulet et comme j'ai pu l'affirmer tant pour les Grallatoires que pour les Natatoires, des prolongements cellulaires pleins naissent de la paroi des capsules de Malpighi. Ces rayons cellulaires, que nous avons appelés „cordons génitaux", viennent se mettre en rapport avec l'épithélium germinatif, auquel ils se rangent immédiatement côte à côte. Les ovules primitifs, qui sont situés dans la couche des ovules

Digitized by Google

primitifs émigrent dans ces cordons et y forment les cellules, qui sont connues sous le nom de „spermatogonies", tandis que les cellules des cordons génitaux elles-mêmes se transforment en „cellules de soutien". Puisque SEMON a traité dans son mémoire la littérature très en détail, je n'ai qu'à renvoyer les intéressés à ce traité, pour éviter des répétitions. Ainsi je me suis borné aux auteurs, dont les recherches ont paru après le mémoire de SEMON.

Suivant JANOSIK (22) les cordons génitaux, qu'il appelle „cordons segmentaires", aussi bien que les ovules primitifs naissent de la couche des ovules primitifs proliférante (épithélium germinatif: JANOSIK). Il distingue une prolifération primaire et une prolifération secundaire. Verfolgt man — dit-il — schrittweise die Entwicklung der Geschlechtsdrüse, so glaube ich nicht fehlzugehen, wenn ich annehme, dass zunächst eine Druse gebildet wird, welche an epithelialen Elementen nur jene der primären Proliferation enthält. Wird die secundäre Proliferation abgeschwächt oder gar unterdrückt, so entwickelt sich die Drüse zum Hoden, tritt sie mächtig auf, so resultirt das Ovarium, indem zugleich die Epithelstränge der primären Proliferation zumeist atrophiren oder andere Bahnen bei der Entwicklung einschlagen, als ihre Homologa im Hoden „die Samencanälchen". De quelle manière et dans quelle période du développement ses cordons segmentaires se mettent ils en contact avec les corpuscules de Malpighi, JANOSIK n'en dit pas un mot, quoique cela, selon moi, en eût bien valu la peine. Si les rapports étaient en effet tels que l'anatomiste de Prague les dépeint, il reste inexplicable, pour quelle raison ces cordons se lient toujours aux canalicules du rein primitif tout à fait vis-à-vis du „cou" des corpuscules de Malpighi et pour quel motif on rencontre les mêmes dispositions chez les femelles.

Selon PRENANT (20) les cordons génitaux ne naissent ni de la couche des ovules primitifs (épithélium germinatif: PRENANT), ni des capsules de Malpighi, ni des parois de vaisseaux profonds (aorte, veine cardinale), mais d'une auto-différenciation des cellules du stroma. HANS RABL (27) le dernier auteur, dont je doive faire mention, déclare tout simplement, qu'il ne peut pas partager l'opinion, que les cordons génitaux (rayons segmentaux: RABL) naissent des corpuscules de Malpighi, sans dire pourquoi il ne le peut pas.

Les résultats que l'examen d'un grand nombre de Grallatoires et de Natatoires m'a donnés, en ce qui concerne l'origine des cordons génitaux, s'accordent en tout avec ceux, que j'ai obtenus pour les Amphibiens et les Reptiles. De même que pour ces deux groupes d'animaux vertébrés, les cordons sexuels des Oiseaux naissent

de la paroi médiale des corpuscules de Malpighi, mais pour Oiseaux, c'est-à-dire pour les Grallatoires et les Natatoires, les rapports sont beaucoup plus distincts que pour Reptiles, ou plutôt pour le Lézard, vu que je n'ai pu examiner, que celui-ci. Comme nous lo savons, c'est Braun (6) qui a le premier démontré pour les Reptiles, que les cordons cellulaires, qu'il appelle ici à bon droit „cordons segmentaires" naissent de la paroi médiale des corpuscules de Malpighi. Entre les cordons sexuels des Amphibiens et des Oiseaux il y a quelques différences, quoique celles-ci soient d'une moindre importance. Dans les Urodèles où l'on peut suivre très distinctement l'ébauche des cordons génitaux, ceux-ci ne se développent pas comme des prolongements cellulaires pleints, mais ils possèdent dès leur début uno petite lumière; pour cette raison je n'ai pas nommé ces rayons des Amphibiens „cordons génitaux", mais „canaux génitaux".

La paroi de ces tubes chez les Amphibions n'a que l'épaisseur d'une seule assiso de cellules, condition, que ces rayons pour les Oiseaux ne montrent que dans les périodes du développement plus avancées, car comme nous l'avons vu, ils sont ici composés à leur origine de plusieurs rangées de cellules Pour les Urodèles jo n'ai pu décider de quelle manière se développent les cellules, qui entouront les spermatogouies (Follikelzellen: La Valette St. George, Nussbaum, cellules folliculaires: Swaen et Masquelen). Tout ce que je peux dire, c'est que ces cellules se distinguent nettement tant des ovules primitifs, que des cellules péritonéales qui revêtent la glande sexuelle. De ce que les recherches sur le développement de la glande génitale mâle des Oiseaux nous ont appris, il n'est pas douteux, que les cellules folliculaires ne soient les cellules originelles des canaux génitaux, auxquelles on peut donner pour les Urodèles comme pour les Oiseaux le nom de cellules de soutien. Ce que j'ai décrit comme étant la paroi des tubes séminifères n'est pas la paroi elle-même, mais seulement la tunique propre à cette paroi. Au point de vue général les rapports embryologiques des Amphibiens et des Reptiles s'accordent entièrement avec ceux des Oiseaux.

L'ovaire. Quand la glande sexuelle primitivement indifférente va se transformer en ovaire, les cordons génitaux ot la coucho des ovules primitifs prennent un caractère tout différent de ceux de la glande génitale durant son dévoloppement en testicule.

J'ai examiné l'ébauche de l'ovaire du *Haematopus ostralegus*, du *Totanus calidris*, du *Vanellus cristatus*, du *Larus argentatus*, de la

Limosa aegocephala et du *Numenius arcuatus*, et dans aucun de ces Oiseaux je ne trouve le développement aussi distinct que pour le dernier cité. La description suivante ne se rapporte qu'à l'ovaire gauche permanent, l'état de la glande germinative femelle abortive du côté droit sera donné plus bas. Le jeune ovaire se distingue du jeune testicule, en ce que la couche des ovules primitifs prend une épaisseur assez importante et que les cordons génitaux se changent en grands canaux creux.

Pl. IV fig. 1 montre une coupe transversale d'un jeune ovaire du *Numenius arcuatus*, examiné à faible grossissement. La couche des ovules primitifs atteint ici une épaisseur de 140—160 μ. Des faisceaux de cellules de tissu conjonctif fusiformes y courent à des distances régulières, dans une direction radiaire; leur structure est de deux sortes. L'une consiste en des faisceaux très faibles, qui conduisent les vaisseaux sanguins en se rendant les uns et les autres à la couche des ovules primitifs. De même que les faisceaux de tissu conjonctif, les sanguins capillaires traversent la couche des ovules primitifs, dans une direction radiaire, pour s'étendre alors en parasol, immédiatement au dessous du bord libre de la glande génitale. L'autre sorte consiste en des faisceaux plus gros, qui sont d'abord parallèles et qui se bifurquent après, à une distance plus ou moins grande du bord libre de la couche des ovules primitifs. C'est ce qui fait que ce bord est cannelé et que le jeune ovaire prend déjà de bonne heure l'aspect caractéristique d'une grappe de raisin, par laquelle il se fait si bien remarquer plus tard.

La couche des ovules primitifs, elle-même se compose de deux espèces de cellules, de cellules péritonéales ordinaires et d'ovules primordiaux; ceux-ci occupent principalement les parties médiales de la couche des ovules primitifs, tandis que le bord libre et le bord qui est tourné vers les cordons génitaux sont occupés par des cellules péritonéales resserrées et stratifiées, qui sont, au contraire, plus rares entre les ovules primordiaux. Les cellules péritonéales ainsi que les ovules primordiaux sont partout en voie active de prolifération par karyokenèse.

Les cordons génitaux se sont changés en canaux avec de grandes lumières de diamètre très différent; les parois de ces canaux, c'est-à-dire les cellules originelles des cordons génitaux, se sont transformées en un épithélium subcylindrique d'une hauteur de 6—7 μ; on ne distingue que très difficilement les contours de ces cellules; les noyaux au contraire, sont très distincts. Pl. IV fig. 2 représente une partie de ces canaux à fort grossissement, laquelle est indiquée sur pl. IV fig. 1 par. Les cordons génitaux ne montent pas jusqu'à

Digitized by Google

la couche des ovules primitifs, mais aboutissent à quelque distance de là, dans des canaux, qui se terminent en cul-de-sac. Des faisceaux de tissu conjonctif, composés de cellules lâches et fusiformes et des vaisseaux sanguins, remplissent les espaces qui se trouvent entre les cordons génitaux. Un petit espace, très exactemont conturé, artificiellement produit probablement par l'effet des réactifs, sépare la couche des ovules primitifs du stroma ovarien, sous lequel je comprends les cordons génitaux, devenus creux, aussi bien que les vaisseaux sanguins et les faisceaux do tissu conjonctif, qui y sont eutremêlés.

Là seulement, où les vaisseaux sanguins et les faisceaux de tissu conjonctif montent du stroma dans la couche des ovules primitifs, sous forme de roue, l'un et l'autro sont intimement liés.

On peut rencontrer des ovules primordiaux dans les cordons génitaux qui sont devenus eroux, aussi bien que dans le tissu conjonctif qui s'y trouve entremêlé. Sous ce rapport, aucun ovaire ne ressemble à l'autre. Dans une série de coupes transversales, ou a de la peine à trouver un seul ovule primordial dans lo stroma. Dans l'autre série ils se trouvent en grand nombre entre les cellules de tissu eonjonctif et dans les tubes génitaux, actuellement on peut bien nommer ainsi ces cordons. Tantôt on les voit en groupes, tantôt ils sont dispersés. Ces ovules primordiaux émigrés, cependant, ne so développent jamais en ovules ovariens, c'est-à-dire, en ovules qui sont entourés d'une membrane granuleuse, mais ils so détruisent bientôt, comme les périodes de développement plus avancées nous le montrent clairement.

Dans les embryons des autres Oiseaux, cités plus haut, l'ovaire en se développant, représente, à peu près, les mêmes images, mais nulle part le système des canaux génitaux ereux n'attire autant l'attention que dans les embryons du Courlis.

La couche des ovules primitifs s'accroît encore davantage dans les embryons de *Numenius arcuatus* plus âgés et atteint chez les animaux qui sont près d'éclore, une épaisseur de 220—250 μ. Dans cette période, les cordons génitaux commencent de nouveau à prendre un autre caractère, leurs lumières se rétrécissont beaucoup, leur épithélium se transforme en cellules fusiformes, ce qui fait que, peu à peu, cet épithélium va ressembler, de plus en plus, à des cellules de tissu conjonctif. Les ovules, émigrés de la couche dos ovules primitifs, soit dans les cordons génitaux, soit vers le tissu situé entre ces cordous, montrent toutes les traces d'une métamorphoso régressive. Leur chromatine se change en de petits corpuscules homogènes, qui retiennent fortement les matières colorantes; ces corpuscules s'éparpillent en grains qui s'absorbeut alors; la mom-

brane nucléaire devient en même temps de moins en moins distincte. Chez de jeunes animaux âgés de trois ou quatre jours (le *Numenius arcuatus*, la *Limosa aegocephala*, la *Tringa pugnax*) je trouve tous les ovules émigrés, à peu près, déjà disparus.

Les faisceaux de tissu conjonctif, qui montent du stroma jusqu'à la couche des ovules primitifs, deviennent plus forts, le bord libre de l'épithélium est de plus en plus cannelé et l'image des „Schläuche de PFLÜGER" se montre dans toute sa clarté.

Il n'y a pas encore beaucoup de changement dans la plus grande partie de la couche des ovules primitifs, mais dans la partie profonde de la couche ovigère, c'est-à-dire, dans la partie tournée vers le stroma ovarien, les images deviennent autres. Ici les ovules primordiaux, qui se sont développés le plus tôt, commencent à se transformer en ovules ovariens, ils grandissent un peu et prennent une forme plus ou moins ovale. Le diamètre des plus jeunes ovules a 27.5 μ de longueur et 22.5 μ de largeur. D'ailleurs, et c'est bien le phénomène le plus important, ces ovules s'enveloppent d'une couche de cellules, qui forment la membrane granuleuse. Celle-ci s'accorde tout à fait en structure et en forme avec les cellules péritonéales, qui prennent une si grande part à la formation de l'épaisseur considérable de la couche des ovules primitifs. Le noyau plus ou moins ovale des deux sortes de cellules a un diamètre longitudinal de 5 μ et montre en tout une même structure dans l'une et l'autre sorte. Trois opinions pour l'origine des cellules de la membrane granuleuse sont admissibles: 1° ou elles sont produites par l'épithélium des cordons génitaux; 2° ou produites par l'épithélium péritonéal; 3° ou ce sont des cellules de tissu conjonctif. Elles ne peuvent pas naître do l'épithélium des cordons génitaux, car ceux-ci ne montent pas dans la couche des ovules primitifs et ils commencent déjà à avorter, quand les premiers ovules primordiaux vont se transformer en ovules ovariens. La question est donc: la membrane granuleuse se compose-t-elle de cellules de tissu conjonctif ou est-elle formée de cellules péritonéales? La chose n'est pas douteuso. Aussitôt que la membrane granuleuse s'est formée, quelques cellules de tissu conjonctif fusiformes et très fines se rangent autour de cet épithélium, ces cellules-là sont si différentes des cellules péritonéales qui forment la membrane granuleuse, qu'on ne peut pas les confondre avec les dernières. (Voir pl. V fig. 2) Par ce qui précède, je crois avoir décrit et expliqué suffisamment le développement de la membrane granuleuse.

Dans les jeunes animaux du *Numenius arcuatus*, âgés de 3 à 4 jours, la couche des ovules primitifs s'est transformée, pour la plus

Digitized by Google

grande partie, en une couche d'ovules ovariens, laquelle a une épaisseur de 300 μ environ au milieu de l'ovaire qui diminue vers les bords latéraux.

Les cavités des cordons génitaux ont disparu pour la plupart; par-ci par-là ou en trouve encore comme des espaces en forme de fente, leur épithélium s'est transformé presque partout en cellules plates et fusiformes, qui ne se distingueut presque en rien des cellules de tissu conjonctif fusiformes. Par ces changements dans les cordons génitaux tout l'ovaire a reçu une autre forme en quelque sorte, il est plus aplati dans une direction dorso-ventrale, puis il s'est élargi de droite à gauche. Comme nous l'avons déjà vu une assise de plusieurs rangées d'ovules ovariens occupe la place de la couche des ovules primitifs, seulement au bord de l'ovaire tourné vers le coelom, la couche ovigène a gardé encore son caractère original; un peu plus vers l'intérieur, les premiers ovules ovariens apparaissent déjà, ils grandissent au fur et à mesure que l'on arrive plus près du stroma. Les ovules ovariens qui se trouvent dans la partie profonde de la couche ovigène, c'est à dire le plus près du stroma ovarien, ont un diamètre de 36 μ de longueur et de 28 μ de largeur. Leur noyau est égalcment déjà un peu plus grand, il a un diamètre de 16 μ de largeur et de 19 μ de longueur; tous ces ovules ont une magnifique membraue granuleuse et là autour s'est formée une capsule de tissu conjonctif, extrêmemcnt mince. Voir pl. V fig. 1.

Si l'on suit maintenant les ovules dans la direction vers le bord libre de l'ovaire, on trouve que leur diamètre diminue de plus en plus, pour passer à la fin, sans limites distinctes, dans une couche d'ovules primordiaux encore originelle. Les ovules primordiaux y sont encore en voie active de prolifération par karyokinèse, ce qui ne se rencontre jamais dans les ovules ovariens. Quelquefois on trouve deux ovules ovariens entourés d'une seule membrane granuleuse. Au milieu de l'ovaire, où la couche des ovules ovariens est le plus épaisse, les ovules sont disposés en 8—10 rangs. Les faisceaux de tissu connectif gardent, en tant qu'ils accompagnent les vaisseaux sanguins, leur direction radiaire; les autres, au contraire, qui se bifurquent tout près du bord libre de l'ovaire, en y donnant une forme cannelée, devienneut déjà plus indistiucts, parce que leurs fibres s'accroissent de plus en plus autour des ovules ovariens. Les invaginations du bord libre de l'ovaire sont partout revêtues d'un épithélium péritonéal. Je veux encore attirer l'attention sur un point, savoir: quand on examine le côté latéral et médial du bord libre de l'ovaire des embryons cités plus haut, on y trouve presque exclusivement des ovules primitifs, l'état embryonnaire de l'ovaire s'y est

maintenu encore entièrement. Je relève ce point parce que, comme l'on sait, la couche des ovules primitifs chez les Reptiles (Lézards) ne se rencontre que du côté médial et latéral de l'ovaire dans les périodes de développement plus avancées, tout en y continuant son existence chez les animaux adultes et qu'elle forme le point de départ de la naissance de nouveaux ovules ovariens. Quel est l'état des Oiseaux adultes à cet égard? Les restes de la couche des ovules primitifs se prolongent-ils? Une néo-formation d'ovules ovariens a-t-elle lieu aussi chez les animaux adultes? Voilà des questions, auxquelles je ne saurais répondre, pour le moment.

Dans les jeunes animaux de *Numenius arcuatus*, de *Limosa aegocephala* et de *Tringa pugnax* — je n'ai pu examiner d'autres Oiseaux de cet âge —, les ovules primordiaux pénétrés au stroma ovarien ont disparu tout-à fait; seulement par-ci par-là on trouve encore par exception un seul ovule primordial avorté.

L'atrophie du corps de Wolff se fait en même temps que la transformation de la couche des ovules primitifs en une assise d'ovules ovariens, tandis que à ce qu'on sait, il en reste seulement une petite partie qui se transforme en parovaire chez les femelles.

Le parovaire a dans les jeunes animaux femelles presque la même structure que dans les jeunes animaux mâles, seulement les cordons génitaux sont autrement disposés pour les femelles que pour les mâles. Tandis que chez les femelles, les cordons de l'ovaire, deviennent de grands canaux creux, ces cavités ne se prolongent pas dans la partie des cordons, qui répond au „rete testis" des mâles, ou dans la partie qui se rattache immédiatement aux corpuscules de Malpighi; dans l'une et l'autre partie ce sont toujours des cordons pleints, dont l'épithélium, de même que celui des cordons de l'ovaire lui-même, commence à se transformer en cellules fusiformes. Voilà pourquoi, il est presque impossible de décider, si les cellules fusiformes du parovaire, qui se continuent comme faisceaux ou comme rayons jusqu'à la proximité immédiate des corpuscules de Malpighi, sont des cellules de tissu connectif fusiformes ou les cellules épithéliales des cordons génitaux, lesquelles se sont transformées en des éléments fusiformes. Je n'ai pu examiner des Oiseaux plus âgés que de trois ou quatre jours après l'éclosion.

Voyons maintenant comment l'ovaire abortif droit se comporte et jetons un coup d'oeil sur sa structure histologique. Tandis que la couche des ovules primitifs, s'épaissit continuellement dans la glande sexuelle gauche, laquelle se développe en ovaire gauche perma-

Digitized by Google

nent, la plupart des ovules primordiaux de l'ovaire droit émigrent déjà de bonne heure dans le stroma. La couche des ovules primitifs s'amincit presque partout, elle n'a bientôt que l'épaisseur d'une seule assise de cellules, laquelle consiste alors en un épithélium péritonéal ordinaire, entre lequel sont logés des ovules primitifs. Aussi longtemps que ceux-ci se rencontrent entre les cellules péritonéales, ils sont encore en voie active de prolifération par karyokinèse, mais aussitôt qu'ils ont pénétré dans le stroma, ils cessent de se diviser. Du reste les cordons génitaux se comportent dans l'ovaire abortif droit complètement de la même manière que ceux de la glande germinative gauche, pendant le développement de celle-ci. Ils se transforment en canaux creux, dont les lumières ne sont pas si grandes que dans la glande sexuelle gauche. On rencontre des ovules primordiaux émigrés en grand nombre dans les cordons génitaux devenus creux et dans le tissu conjonctif, que l'on voit entre les cordons. Avec la rétrogradation de la couche des ovules primitifs en une seule assise de cellules, laquelle consiste en un épithélium péritonéal ordinaire entremêlé d'ovules primordiaux, il n'y a plus de possibilité que des ovules ovariens se développent dans l'ovaire droit. Aussi, je n'ai jamais trouvé un seul ovule ovarien dans l'ovaire abortif droit.

Dans les périodes de développement peu avancées, la différence de grandeur entre l'ovaire gauche et l'ovaire droit est souvent relativement petite; dans d'autres, elle est, au contraire, plus distincte. Dans les embryons plus âgés les différences gagnent en grandeur et on peut déjà reconnaître, à l'oeil nu, le sexe à l'inégalité de la glande germinative.

Les jeunes Oiseaux de 3 à 4 *(Numenius, Limosa)* possèdent encore un assez grand ovaire avortant droit. L'épithélium péritonéal qui en revêt la surface, ne contient plus d'ovules primordiaux. Les cordons génitaux encore creux s'étendent presque immédiatement jusque sous l'épithélium péritonéal, leur épithélium s'est transformé en cellules fusiformes. Dans les cordons et entre eux, il y a de nombreux ovules primordiaux, qui montrent partout les traces les plus distinctes d'une métamorphose régressive. Je n'ai pas eu l'occasion d'examiner des Oiseaux plus âgés.

Nos ressources actuelles sont insuffisantes pour reconnaître le sexe dans les jeunes embryons, l'histoire du développement de la glande génitale nous l'a montré. Dans les deux sexes, la couche des ovules primitifs et les cordons génitaux prennent leur naissance de

la même manière, puis ils se comportent d'abord également de la même manière.

Les ovules primordiaux passent de la couche des ovules primitifs aux cordons génitaux, dans les deux sexes. Et quoique ces ovules émigrés acquièrent un tout autre caractère chez les mâles que chez les femelles dans les périodes plus avancées, (chez les mâles ils se transforment en spermatogonies, tandis qu'ils avortent chez les femelles) on ne remarque pas de différences du tout dans les premiers stades de développement. Cette migration des ovules primordiaux dans les cordons génitaux a lieu déjà de bonne heure. Dans les embryons où le canal de MÜLLER fait encore défaut, mais dont l'ébauche se prépare, on rencontre déjà quelques ovules primordiaux émigrés dans les cordons génitaux. Donc, il n'y a pas de différence sensible chez les jeunes embryons entre la glande génitale mâle et la femelle et nous pouvons dire à bon droit: que chaque individu est originellement constitué sur un type hermaphrodite.

La littérature du déloppement de l'ovaire chez les Oiseaux ne nécessitera que quelques mots. En parlant de l'ébauche de l'oeuf ovarien des Oiseaux WALDEYER (2) dit: Die ersten Spuren des Eies finden sich, so weit ich gesehen, bereits bei den Eiern 4 bis 5 tägiger Hühnerembryonen und zwar als vergrösserte und mit besonders grossem Kern versehene Keimepithelzellen des jungen Ovariums. Bei Embryonen vom 12 bis 14 Brüttage zeigt sich nun jener interessante Durchwachsungsprocess des Oberflächen-epithels einerseits mit dem darunter gelegenen vascularisirten Stroma andererseits, derselbe ist um diese Zeit am deutlichsten zu verfolgen. Auch bei eben ausgekrochenen Hennen erhalt man ähnliche Bilder. In beiden Stadien fallen im vasculären Stroma die colossalen, von HIS, zuerst hervorgehobenen Lymphlacunen auf et cetera." Comme l'existence des cordons génitaux, leurs changements caracteristiques et leurs rapports avec les ovules primordiaux sont restés inconnus à WALDEYER, il en résulte qu'il nous faudra par-ci par-là interpréter autrement les images décrites par lui. Par exemple les grandes cavités lymphatiques dont il fait mention, ne sont probablement pas autre chose que les cordons génitaux dans la période où ils se sont transformés en de grands tubes creux. Mais bien que nos ressources actuelles nous mettent à même d'avoir une idée plus exacte de la structure de l'ovaire en voie de se développer, qu'il y a 20 ans, les observations de WALDEYER auront toujours une grande valeur, puisque c'est lui, qui le premier a montré que de l'oeuf primitif se développe

Digitized by Google

l'oeuf ovarien. D'après lui, la membrane granuleuse et l'ovule primordial dérivent d'une même couche germinative. Je l'ai cru aussi autrefois, mais à présent je ne partage plus cette manière de voir, parce que je suis arrivé à la conclusion, que les ovules primordiaux ne se forment pas de l'épithélium péritonéal, mais qu'ils viennent s'ébaucher déjà dans les périodes de développement, quand des cellules péritonéales n'existent pas encore, comme cela a été expliqué plus tôt. Pour autant que j'ai pu suivre la littérature, personne, excepté JANOSIK, ne s'est plus occupé particulièrement du développement de l'ovaire des Oiseaux, après WALDEYER. Selon JANOSIK, les cordons génitaux naissent de la couche des ovules primitifs (épithélium germinatif: JANOSIK) comme nous l'avons déjà dit, en traitant la littérature du développement de la glande génitale mâle.

Le seul auteur que je doive nommer c'est HOLL (25), quoique ses observations aient rapport principalement à l'oeuf ovarien du Poulet frais éclos. D'après lui, la tunique adventive, la membrane granuleuse et la membrane propre naissent toutes du stroma ovarien.

DÉVELOPPEMENT DES CAPSULES SURRÉNALES.

L'histoire du développement des capsules surrénales est un problème des plus difficiles de l'embryologie. Quoique leur importance physiologique soit entièrement inconnue et qu'on puisse difficilement approfondir leur structure anatomique chez l'animal adulte, l'histoire du développement nous met du moins en état d'établir avec certitude, que les capsules surrénales sont composées de deux parties en tout hétérogènes. Ces deux parties ont en ce qui concerve l'animal adulte, la forme de cordons pleints, lesquels sont formés de cellules. Les cordons de l'une et de l'autre catégorie s'anastomosent partout entre eux et se croisent sans aucun ordre d'une manière bizarre en formant un réseau dont les mailles sont occupées par des vaisseaux sanguins. Chez les jeunes animaux de trois à quatre jours, les membranes de ces vaisseaux ne se composent que d'une seule couche endothéliale. De ces deux espèces de rayons, je nommerai les uns „cordons nerveux", ils sont produits par le sympathique; les autres qui naissent des corpuscules de Malpighi du corps de WOLFF, je les appellerai „cordons renaux"; ceux-ci se développent déjà de très bonne heure, tandis que les cordons nerveux naissent beaucoup plus tard.

Quoique les cordons nerveux restent en rapport immédiat avec les ganglions du grand sympathique, lesquels sont situés vers le côté médial des capsules surrénales, ils montrent pourtant dans l'animal

adulte une structure histologique plus ou moins différente de celle des ganglions eux-mêmes et seulement par l'histoire du développement nous savons pour sûr, qu'ils sont issus du système nerveux sympathique.

Les cordons renaux correspondent à la substance corticale, les cordons nerveux à la substance dite médullaire des capsules surrénales des Mammifères, mais chez les Oiseaux ces deux substances sont tellement tissées entre elles que là ces dénominations n'ont pas droit d'existence.

Bien que le développement du sympathique n'appartienne pas directement au ressort de cette étude, il faut pourtant en parler pour expliquer le développement des capsules surrénales.

Comme nous l'avons déjà dit en décrivant la glande génitale indifférente, des cordons cellulaires pleints sortent de la partie médiale des corpuscules de Malpighi, les prolongements ventraux de ces rayons se transforment en cordons génitaux, tandis que les prolongements dorsaux prennent part à la formation des capsules surrénales, je nommerai ceux-ci désormais „cordons renaux". Puisque, comme nous l'avons vu également, les capsules surrénales s'étendent du côté tourné vers la tête plus loin que la glande sexuelle, il est clair que les corpuscules de Malpighi placés le plus en en avant voient seulement des prolongements, qui ne participent qu'à la formation des capsules surrénales, en d'autre mots : de ces corpuscules ne partent que des cordons renaux. Pour être plus clair, je diviserai l'histoire du développement des capsules surrénales en différentes périodes, qui comme il est facile de le comprendre, sont prises d'une manière arbitraire. Je me suis servi principalement des embryons de *Limosa aegocephala*, de *Totanus calidris*, de *Tringa pugnax*, et de *Haematopus ostralegus* pour étudier le développement des organes cités plus haut.

I Période. Le canal de Müller s'est ébauché mais il est encore très petit ; la glande sexuelle est encore tout indifférente, le rein permanent, le métanéphros manque encore entièrement.

Entre les cordons cellulaires antérieurs et postérieurs que les corpuscules de Malpighi envoient, se trouvent neuf ganglions spinaux. Les corpuscules de Malpighi, qui sont du domaine de ces deux ganglions spinaux antérieurs, ne donnent que des cordons renaux ; tous ceux qui suivent en arrière prennent part tant à la formation des capsules surrénales, qu'à celle des cordons génitaux. L'ébauche de la glande sexuelle s'étend donc sur sept, celle des capsules surrénales sur neuf ganglions spinaux. Nous n'avons à parler de la structure du nerf sympathique qu'en tant que celui-ci s'étend le long de ces neuf ganglions spinaux. Les ganglions du nerf sympathique qui sont destinés à prendre part à la formation du grand sympathique sont

Digitized by Google

rangés encore immédiatement côte à côte des ganglions spinaux. Ceux-ci envoient des prolongements qui, comme les ganglions sympathiques eux-mêmes, ne se composent presque exclusivement que de cellules. Si l'on suit le cours de ces prolongements sur ces neuf ganglions spinaux, ils montrent les rapports suivants.

Tous vont le long de la paroi de l'aorte dans la direction ventrale, ceux qui sont situés le plus en avant, ne s'atteignent pas dans la ligne médiane; cela arrive bien là, où commence la glande sexuelle. Il en résulte que l'aorte, aussi loin que s'étend la glande génitale, est entourée, pour ainsi dire, d'un réseau de cordons de cellules sympathiques.

Ces rayons possèdent surtout dans la ligne médiane, une épaisseur considérable (voir pl. IV fig. 3). Les cordons cellulaires sortis des corpuscules de Malpighi — en tant qu'ils prennent part au développement des capsules surrénales „les cordons renaux" — forment un réseau serré de rayons qui, tantôt sont séparés des prolongements du sympathique par des vaisseaux sanguins qu'ils ont évaginés, tantôt s'adossent immédiatement à ces prolongements. Sur des coupes transversales on peut s'en convaincre facilement (voir pl. IV fig. 3), mais les sections horizontales sont encore beaucoup plus instructives (voir pl. IV fig. 4).

Les cordons renaux consistent en cellules polygonales, qui sont placées sur plusieurs rangées. Le noyau de ces cellules est généralement ovale, il a une longueur de 8½ μ et une largeur de 6.5 μ. Les noyaux des cellules des prolongements du nerf sympathique sont un peu plus petits que ceux des cordons renaux, pourtant la différence n'est pas grande, ordinairement ils sont ronds, leur diamètre est alors de 6—7 μ; par-ci par-là, on en trouve qui sont ovales et pyramidaux; les contours des cellules elles-mêmes sont en général indistincts. Dans cette période de développement, la structure des cordons renaux diffère encore très peu de celle des cordons cellulaires du sympathique; les noyaux des cellules sympathiques se colorent cependant beaucoup plus fort que ceux des cordons renaux et par la, on peut facilement distinguer les deux espèces de rayons l'une de l'autre, quand même ils se trouvent côte à côte. Tous les cordons cellulaires du sympathique, de même que les ganglions du grand sympathiques sont couchés dans des sinus lymphatiques.

La partie postérieure de la glande sexuelle offre des traces nettes de rétrogradation. La couche des ovules primitifs se montre — il est vrai — encore comme un épithélium péritonéal stratifié, mais elle ne contient pas ou presque pas d'ovules primordiaux. Les cordons génitaux sont très rudimentaires, quelques uns n'atteignent pas

Digitized by Google

même la couche des ovules primitifs. Les cordons renaux sont pareillement rudimentaires, ils s'étendent cependant aussi loin que les cordons génitaux.

2me Période. Le canal de MÜLLER s'est développé davantage, la glande sexuelle est devenue plus large et plus épaisse, elle est du reste encore entièrement indifférente, les cordons renaux sont encore partout en continuité avec les cordons génitaux; le rein permanent, le métanéphros, commence à se développer. Entre les cordons cellulaires antérieurs et postérieurs quo forment les corpuscules de Malpighi, se trouvent sept ganglions spinaux; entre la partie antérieure et la partie postérieure de la glande sexuelle sont situés cinq ganglions spinaux. Je crois pouvoir conclure de tout cela, que la partie postérieure de la glande génitale est avortée sur une longueur de deux ganglions spinaux. Aussi loin que s'étend la glande sexuelle, les corpuscules de Malpighi font naître tant des cordons renaux que des cordons génitaux. Au devant de la glande sexuelle des cordons renaux seulement naissent de ces corpuscules sur une longueur de deux ganglions spinaux.

En tant que le nerf sympathique s'étend sur les capsules surrénales et sur la glande sexuelle, il offre encore peu de différence avec la période précédente de développement. Environ au même niveau que celui où commencent les cordons renaux antérieurs, le grand sympathique envoie des prolongements, qui vont le long de la paroi de l'aorte dans la direction ventrale. Là, où commence la glande sexuelle, ces prolongements s'anastomosent entre eux dans la ligne médiane et forment ainsi, comme dans la période précédente de développement, un réseau serré autour de l'aorte, mais avec cette différence que les trabécules de ce réseau montrent maintenant déjà une différenciation histologique très marquée. Dans les jeunes embryons ces travées ne consistent partout qu'en cellules, tandis qu'à présent des parties plus cellulaires — l'ébauche des ganglions du sympatique — alternent avec des parties plus fibrillaires — l'ébauche des fibres nerveux du sympathique —.

Les prolongements du nerf sympathique — les parties fibrillaires aussi bien que les parties cellulaires — sont placés partout dans des cavités lymphatiques et forment à leur tour des prolongements fins, qui vont le long du côté médial de la vena renalis revehens s. Jacobsonii, en se répandant ainsi dans le rein primitif et dans la glande sexuelle. Les cordons renaux ont encore la même structure et les mêmes rapports avec le nerf sympathique que dans la première période de développement.

3me Periode. Les cordons renaux se sont séparés partout des cor-

Digitized by Google

dons génitaux, la glande sexuelle commence à se différencier, le canal de MÜLLER s'est ébauché sur presque toute sa longueur.

Les capsules surrénales ne s'étendent maintenant que sur une longueur de trois ganglions spinaux, que je nommerai 1er, 2e, 3e ganglion. A la partie postérieure du deuxième ganglion spinal commence la glande sexuelle, qui s'étend sur une longueur de quatre ganglions spinaux. A chacun des trois ganglions spinaux précités se lie un ganglion du grand nerf sympathique pendant que tous les trois sont unis entre eux reciproquement par des commissures.

Nous n'avons à parler des rapports du sympathique qu'en tant qu'il s'étend le long des capsules surrénales. Comme je l'ai fait pour les trois ganglions spinaux, je nommerai les trois ganglions du grand sympathique 1er, 2e, 3e ganglion. Les cordons renaux ne sont pas seulement séparés des cordons génitaux, mais ils sont aussi tout-à-fait détachés des corpuscules de Malpighi. Par-ci par-là, on trouve encore un corpuscule de Malpighi, dont la partie médiale se continue par un petit prolongement cellulaire, mais ce prolongement n'est plus lié aux cordons renaux, nulle part. Ce sont des fragments, qui sont restés aux corpuscules de Malpighi dans la séparation. On trouve de pareils prolongements seulement pour les corpuscules qui sont situés au-devant de la glande sexuelle. Ce n'est que dans la région de la glande sexuelle elle-même que les corpuscules de Malpighi sont en continuité directe avec les cordons génitaux. Il faut donc qu'un grand nombre de cordons renaux soit avorté, car comme nous l'avons vu, les capsules surrénales s'étendaient dans les premières périodes aussi loin vers la queue que la glande sexuelle, tandis que celles-là finissent dans la période qui vient d'être décrite au niveau du premier quart de la glande susdite.

Sur pl. V fig. 3 on voit une coupe transversale d'un embryon de *Limosa aegocephala* de ce stade du développement, examinée à l'aide d'un faible grossissement et prise au niveau où commence la glande génitale. Cette figure sert principalement à l'orientation. Le deuxième ganglion du grand sympathique (2 s.) est encore en partie visible; il est lié par une commissure à un ganglion sympathique, que j'appellerai *b*. Ce ganglion est à son tour en communication avec un deuxième ganglion du sympathique, le ganglion *a*. Du ganglion *a* se dirige une commissure entre l'aorte et la vena cava inferior, — laquelle est formée par la réunion des deux venae renales revehentes s. Jacobsonii, — vers le ganglion *a* de l'autre côté. (g. s.) En outre, le ganglion *a* produit des faisceaux de fibris nerveux très fins, qui se rendent à la glande sexuelle et au mésonéphros. Les ganglions *a* et *b* se continuent latéralement dans un tissu, qui s'accole immédiatement aux

cordons renaux. Ce tissu, comme nous le verrons tout à l'heure, forme l'ébauche des cordons nerveux des capsules surrénales. Dans la section ci-dessus, la plus grande partie de ce tissu sort du ganglion *b*. Dans d'autres coupes, il est produit par le ganglion *a*. Les ganglions *a* et *b* forment les ganglions du grand sympathique des capsules surrénales. Les ganglions et les commissures sont tous logés dans de larges cavités lymphatiques. Au bord latéral des capsules surrénales commencent les canalicules du rein primitif (*c. r. p.*).

Deux parties de la figure ci-dessus sont représentées fortement grossies sur pl. VI fig. 1 et 2. Les cellules ganglionnaires du grand sympathique *a* et *b* n'offrent pas partout la même structure ni la même grandeur. Les parties médiales sont occupées par des cellules, dont le noyau a un diamètre de $8\frac{1}{2}-9\ \mu$, qui se colore fortement par les réactifs ; dans les parties latérales, se trouvent des cellules à noyaux plus petits et à la périphérie, il y a des cellules dont le noyau n'a qu'un diamètre de $6-6\frac{1}{2}\ \mu$, et qui ne se colore que faiblement (voir pl. VI fig. 2) Insensiblement les ganglions *a* et *b* se continuent latéralement par le tissu susdit, qui forme l'ébauche des cordons nerveux des capsules surrénales et dont on ne peut reconnaître la structure que par les plus forts grossissements.

Le tissu en question se compose d'un réseau fin, dans les mailles duquel sont disposées des cellules. Le réseau est formé par des cellules de tissu conjonctif étoilées, qui anastomosent entre eux et dont les fibres sont extrêmement tendres et fines. D'un côté, ce réseau se rattache immédiatement aux parois des sinus lymphatiques, dans lesquelles sont logés les ganglions et les commissures du nerf sympathique; de l'autre côté, il se rattache à la membrane de la vena cardinalis et à celle des sanguins, qui se dirigent entre les mailles des cordons renaux. Il se continue latéralement dans le tissu connectif lâche du métanéphros, qui est en voie de se développer. Dans les mailles de ce réseau on trouve des cellules, dont on ne peut reconnaître la structure que par le plus fort grossissement. (Fig. 2.)

Le noyau de ces cellules se colore très peu, il est rond et a un diamètre de $6-6^{1}/_{2}\ \mu$; autour de ce noyau s'étend une couche de plasma fort mince, qui se continue dans des fibres d'une finesse incommensurable. La grandeur et la structure de ces cellules sont conformes à celles des cellules ganglionaires périphériques des ganglions sympathiques *a* et *b*; les unes et les autres se réunissent peu à peu. Des fibrilles nerveuses extrêmement fines, sortant des ganglions du sympathique, se continuent dans ce réseau, mais il n'est pas possible — même en se servant des plus forts grossissements — de dire, comment les fibrilles se comportent envers ces cellules et si

elles sont unies immédiatement à celles-ci. Ce tissu qui, comme on l'a dit, forme l'ébauche des cordons nerveux des capsules surrénales, se trouve encore dans cette période principalement au côté dorsal et médial des cordons renaux, ceux-ci sont situés dans la direction ventrale contre la vena cava inferior et latéralement contre les canalicules du rein primitif.

Les cordons renaux sont composés de cellules, qui maintenant ne sont plus polygonales, mais cylindriques, elles renferment un noyau en général légèrement arrondi, qui a un diamètre de $6^1/_2$—7 μ et qui se colore fortement par les réactifs.

Le plasma de ces cellules est extrêmement granuleux. Il est très difficile de savoir, si les cellules des cordons renaux sont rangées en deux assises ou en plusieurs. Moi, je crois qu'elles sont placées sur deux rangs. Il faut avouer que dans la plupart des cordons, les cellules paraissent être disposées en plusieurs assises, mais bien probablement ces figures viennent de ce que les cordons, qui s'anastomosent partout entre eux, sont coupés obliquement. J'arrive à cette conclusion parce que l'on en trouve qui, sur une longueur assez considérable, n'ont partout qu' une largeur de deux rangées de cellules, dont les parois ne sont par conséquent composées que d'une seule couche de cellules, lesquelles seront bien les cordons, qui sont exactement coupés par leur axe longitudinal.

Les cellules ganglionnaires des ganglions spinaux sont déjà assez grandes dans les embryons de cette période du développement, ce que prouve la dimension de leur noyau, qui a un diamètre de 12—14 μ. Les cellules des cordons renaux comme les cellules ganglionnaires du nerf sympathique montrent un graud nombre de karyokinèses.

A proprement parler, l'ébauche des capsules surrénales est prête maintenant. Dans les périodes suivantes, les cordons renaux entrecroissent partout le tissu, que nous avons appris à connaître comme une continuation immédiate des ganglions sympathiques des capsules surrénales et qui consiste en un réseau trés fiu, dans les mailles duquel se trouvent de petites cellules ganglionnaires du sympathique. Ainsi, le réseau sort des deux espèces de cordons, qui composent les capsules surrénales. Les cordons renaux, qui sont produits par le rein primitif, consistent tous en cellules uniformes; les cordons nerveux sont formés d'un réseau de cellules de tissu conjonctif étoilées en de petites cellules ganglionnaires sympathiques, qui sont logées dans les mailles de ce réseau. Les mailles, qui restent encore entre les cordons nerveux et les cordons renaux, sont occupées par des vaisseaux sanguins, dont la membrane endothéliale s'accole immédiatement aux parois de ces cordons.

Digitized by Google

D'abord les capsules surrénales n'accroissent que très lentement, ce n'est pas avant la fin de la vie embryonnaire qu'elles augmentent considérablement de volume, ce qui est en rapport avec la rétrogradation du rein primitif, naturellement à l'exception de la partie qui se transforme en epididymide ou en parovaire. Leur situation et leur rapport avec la glande sexuelle, deviennent tout autres par là. Dans les jeunes embryons la glande génitale est située du côté médial, dans les stades plus avancés elle se rapproche plus du côté ventral du rein primitif, tandis que du côté dorsal, les capsules surrénales se sont ébauchées, elles ne se composent dans cette période que de cordons renaux, lesquels sont partout en continuité directe avec les cordons génitaux. Dans les embryons plus âgés, les cordons renaux des capsules surrénales se séparent complètement des cordons génitaux de la glande sexuelle; le tissu du corps de WOLFF s'accroît entre les deux organes, ce qui fait que les capsules surrénales et la glande sexuelle s'écartent les unes de l'autre sur une distance relativement grande. Le métanéphros s'est développé à son tour, il se trouve, comme on sait, du côté dorsal du rein primitif et il est séparé de la glande sexuelle par les capsules surrénales, qui sont encore petites et par le grand rein primitif.

En même temps que le rein primitif s'avorte, sa place est prise par les capsules surrénales, qui se composent en ce stade, tant de cordons renaux que de cordons nerveux.

Il en résulte, que maintenant la glande sexuelle vient pour la plus grande partie se placer sur le côté ventral des capsules surrénales, à l'exception naturellement de sa partie latérale, où elle est encore adjacente au côté ventral de la partie permanente du corps de WOLFF, laquelle se transforme chez le mâle en epididymide et chez la femelle en parovaire.

Il se présente encore une modification d'un autre genre dans la situation des capsules surrénales par rapport à la glande génitale. Dans la 3e période du développement nous avons vu, que les capsules surrénales s'étendent sur une longueur de deux ganglions spinaux plus près de la tête que la glande sexuelle. Dans les embryons plus âgés, cette distance ne monte plus à la longueur de deux ganglions, mais à celle d'un ganglion tout au plus et quelquefois même moins. Je ne sais pas de quelle manière cette modification a lieu, je ne saurais dire, si la glande sexuelle se rapproche plus de la tête ou si les capsules surrénales descendent dans la direction de la queue.

Dans les jeunes animaux de *Limosa aegocephala*, de *Numenius arcuatus* et de *Tringla pugnax*, de 3 à 4 jours, les capsules surrénales forment un organe d'une grandeur assez considérable. Une

Digitized by Google

grande quantité de grains de pigment d'un brun jaunâtre se trouvent déjà dans le plasma des cellules ganglionuaires du sympathique, dont les cordons nerveux sont composés. On peut s'en convaincre facilement, quand on examine des capsules surrénales, qui sont traitées avec le liquide de Kleinenberg, mais par ce procédé on n'obtient du reste pas de ces préparations microscopiques, en état de montrer distinctement la différence histologique qui existe entre les cordons nerveux et les cordons renaux. On obtient des images beaucoup plus claires, en durcissant les capsules surrénales immédiatement dans de l'alcool très fort et en les colorant avec le picro-carmin.

Le noyau des cellules des cordons renaux est alors coloré très fortement, son diamètre s'élève en moyenne, à $6^1/_2$ μ, le plasma des cellules est très distinctement granulé. Le noyau des cellules ganglionnaires des cordons nerveux, qui ne se colore que très faiblement a également un diamètre d'environ de $6^1/_2$ μ, le plasma des cellules est plus ou moins spongieux. Cette structure spongieuse procède probablement de ce que les grains de pigment se résolvent, quand on durcit les capsules surrénales immédiatement dans de l'alcool très fort. Par-ci par là, on voit dans les cordons nerveux des filaments nerveux extrêmement fins, mais je n'ai pas du tout pu suivre le cours de ces fibrilles. (Voir pl. VI fig. 6).

Les cordons nerveux se continuent graduellement dans les grands ganglions du sympathique des capsules surrénales, ces ganglions offrent maintenant la structure suivante: Les parties médiales se composent de grandes cellules ganglionnaires, le grand noyau de ces cellules est rond, il a un diamètre de 12.5—15 μ et se colore intensivement.

Dans les parties plus latérales ces cellules comme leurs noyaux deviennent plus petits, le diamètre de ceux-ci se réduit à 10—8 μ, et même plus latéralement, à 7—$6^1/_2$ μ, tandis qu'ils perdent la faculté de se colorer dans la même proportion. Les grand globules ganglionnaires, qui constituent les parties médiales des ganglions, sont rangés presque côte à côte; dans les parties plus latérales, où les cellules se rapetissent, on remarque un réseau très fin, dans les mailles duquel sont disposées les cellules ganglionnaires, et c'est de cette manière, que les parties les plus latérales des ganglions du sympathique des capsules surrénales se continuent dans les cordons nerveux, qui participent à la formation des organes précités. Par là je crois avoir démontré, que les capsules surrénales sont composées de deux parties tout à fait différentes, dont l'une provient du rein primitif et dont l'autre est produite par le nerf sympathique. Probablement, les mailles du réseau des cordons nerveux, qui contiennent

Digitized by Google

les cellules ganglionnaires sont en continuité directe avec les cavités lymphatiques, dans lesquelles sont logés les grands ganglions du sympathique. (Voir pl. V fig. 4).

Nous pouvons traiter aussi très brièvement la littérature du développement des capsules surrénales; d'une part, nous pouvons renvoyer à ce que nous en avons déjà dit en parlant des Reptiles et d'autre part aux recherches de HANS RABL (27), qui a traité très amplement la littérature concernant ce sujet.

WELDON (10, 10*a*), qui le premier a démontré pour les Lézards que les cordons renaux des capsules surrénales (la substance corticale, comme on la nomme aussi), proviennent des parois des capsules de Malpighi concurremment avec les cordons génitaux de la glande sexuelle, dit en parlant du poulet: „Before the fourth day of incubation there is no trace of any suprarenal rudiment whatever. By about of the end of this day, however, certain large cells, the rudiments of the cortical substance, make their appearance in the indifferent mesoblast at the inner side of the mesonephros. The exact mode of origin ot the cells I have been unable to determine. Et SEMON (14) dit déjà „Von den medialen Seite der Urniere wuchern die Zapfen (savoir les prolongements cellulaires pleints, qui tirent leur origine des parois des corpuscules de Malpighi, respectivement des canalicules du rein primitif) nach der Mittellinie zu, ein Stück weit in das benachbarte Bindegewebe. Sie werden bei der Bildung zweier sehr differente Organe verwendet, der Keimdrüse und der Nebenniere Zur Bildung des Drüsenteils der letzteren werden die mehr dorsalwarts gelegenen Zapfen verbraucht. Auf ihre weitere Schicksale soll hier nicht weiter eingegangen werden."

Selon JANOSIK (22) au contraire, le rein primitif ne prend pas du tout part à la formation des capsules surrénales, comme il ressort évidemment de ce qu'il dit: „Studirt man die ersten Anfänge der Nebennieren bei Vögeln (Hühnchen), so kann man nicht in Versuchung kommen, die Epithelstränge von den Urnierencanälchen oder den Glomerulis herleiten zu wollen, weil alle diese Gebilde, noch ziemlich weit von einander entfernt liegen. „D'après ses recherches les capsules surrénales naissent comme une prolifération de l'épithélium du coelome: Die erste Nebennierenanlage erscheint hier als eine leichte Hervorragung an der medialen Seite des WOLFF'schen Körpers und zwar gauz dorsal gelegen, dicht jener Stelle anliegend, von welcher das Mesenterium abgeht". „Ich kann sagen — continue-t-il — dass ich nach Durchmusterung vieler lückenloser Serien

aus den verschiedensten Entwicklugsstadien nie einen Zusammenhang mit den Urnierencanälchen habe nachweisen können".

Les résultats, que VALENTI (21) a obtenus sont à peu près conformes à ceux de JANOSIK. Selon VALENTI, les capsules surrénales se forment, chez les Oiseaux aux dépens d'un reste de l'épithélium péritonéal placé vers le tiers supérieur du corps de WOLFF, vers l'angle formé par ce dernier avec le mésentère primitif et du côté interne de l'épithélium germinal de WALDEYER. Les substances corticales et médullaires n'ont pas d'origine indépendante et dérivent l'une de l'autre. Les rapports avec le sympathique sont secondaires. Du reste les capsules surrénales des Vertébrés supérieurs paraissent être des organes rudimentaires". JANOSIK (22) aussi déclare que le nerf sympathique ne participe pas à la formation des capsules surrénales. Si je l'ai bien compris, tant la substance corticale que la substance médullaire des capsules surrénales tirent selon lui leur origine de la même source, c'est-à-dire de l'épithélium du coelome. Après la description détaillée que j'ai donnée du développement des capsules surrénales et qui ne s'accorde à la lettre d'aucune manière avec les résultats des recherches de JANOSIK, je n'ai pas besoin de réfuter ses traités en détail.

Dans une étude de l'histoire du développement et de la structure des capsules surrénales, publiée il n'y a pas longtemps, HANS RABL prouve d'une manière irréfutable que pour le Poulet, la substance médullaire provient sans aucun doute du nerf sympathique. A cet égard ses observations sont infiniment meilleures que celles de JANOSIK. Qu'il ait bien compris les rapports, c'est ce que prouve la description suivante qu'il fait de l'origine de la substance médullaire: „Es bleibt also nichts übrig, als die Markzellen für abgetrennte Ganglienzellen zu nehmen, welche insoferne einen, dem embryonalen nahe stehenden Zustand zeigen, als ihr Kern nicht den Charakter des Zellkernes einer ausgebildeten Ganglienzelle besitzt und das Protoplasma keine Nervenfortsätze entwickelt hat".

Il a été moins heureux dans ses recherches sur l'origine de la substance corticale, c'est-à-dire, des cordons renaux des capsules surrénales. (Nebennierenstränge: RABL). Ceux-ci ne proviennent pas, selon lui, de l'épithélium du coelome, ni des parois des corpuscules de Malpighi, mais ils sont produits par des canalicules, qu'il regarde comme formant le pronéphros.

Wie man sieht — dit-il — stehen diese Beobachtungen in vollstem Einklang mit den Befunden welche SEMON (23*a*) bei *Ichthyopsis* festgestellt hatte. Bei den Vögeln, wie bei den Amphibien ist es der distale Theil des Pronephros, der sich in Nebennierensubstanz

umbildet. SEMON legt allerdings ein Gewicht darauf, dass sich dieselben bei den Coecilien aus dem Malpighi'schen Körperchen der Vorniere entwickelt, wahrend es im distalen Theil der Vorniere bei den Vögeln gar nicht bis zur Bildung eines solchen kommt. Ich glaube aber, die abgeschnürten Känalchen daselbst ohne Bedenken der Kapsel des Vornierenglomus bei den Amphibien homologisiren zu können, weil beide Producte des Leibenhöhlenepithels sind". De quel droit peut-on considérer les canalicules dont RABL parle, comme les rudiments d'un rein cephalique, c'est une question que je laisserai irrésolue pour le moment, car, comme nous l'avons déjà dit dans l'introduction, nous n'avons pas encore obtenu de résultats satisfaisants, en ce qui concerne la question de savoir s'il existe ou non un pronéphros chez les Oiseaux. Mais je puis bien avancer avec certitude, que les canalicules, dont RABL fait mention, ne prennent point part au développement des capsules surrénales. Voilà pourquoi il m'est impossible de comparer les résultats de RABL avec ceux de SEMON.

RABL appelle les deux différents tissus, dont les capsules surrénales sont composées „Hauptstränge" et „Zwischenstränge"; nous avons préféré nommer les „Hauptstränge de RABL" cordons renaux et ses „Zwischenstränge" „cordons nerveux", pour indiquer directement la différence de l'origine embryologique de ces deux tissus.

DÉVELOPPEMENT DU CANAL DE MÜLLER (OVIDUCTE).

Le canal de MÜLLER se forme d'une manière tout indépendante. Le premier signe de son développement se manifeste par une invagination de l'épithélium péritonéal au bord latéral du rein primitif, immédiatement à côté du canal de WOLFF. Cette invagination est l'ébauche du pavillon (L'ostium abdominale). Dans la partie située plus en arrière les lèvres de cette invagination se réunissent, en formant ainsi le commencement du conduit de MÜLLER lui-même, qui se sépare ensuite de l'épithélium péritonéal. Quand il s'est ébauché, le canal s'accroît dans la direction caudale sans que les cellules du péritoine prennent encore part à son développement. Le canal de WOLFF ne contribue en rien à la formation du conduit de MÜLLER.

La transformation des cellules péritonéales du côté latéral du mésonéphros en un épithélium cylindrique allongé, dont les éléments sont groupés sur plusieurs rangées — ce qui se voit le plus distinctement dans l'entourage immédiat du canal de WOLFF —, nous montre que le conduit de MÜLLER vient de s'ébaucher, cela se passe dans

Digitized by Google

une période de développement, quand les cordons génitaux se sont déjà formés, mais quand la glande sexuelle est encore tout à fait indifférente. Sur pl. VI fig. 3, 4 et 5 on voit trois dessins, représentant des coupes transversales, pratiquées dans différentes régions d'un embryon de *Totanus calidris*, dans lequel le canal de MÜLLER est en voie de se développer.

Le rein primitif ne proémine encore que très peu dans la cavité abdominale. Là, où les cellules dont le péritoine est revêtu se continuent dans l'épithélium péritonéal de la paroi latérale de l'abdomen, elles prennent un autre caractère. Du reste de formes assez plates, elles se transforment en un épithélium cylindrique allongé. Le canal de WOLFF ne se met pas immédiatement en contact avec cet épithélium, mais il en est séparé par une assise très mince de cellules fusiformes tendres d'origine mésoblastique. Un peu plus en avant (dans la direction de la tête), ces cellules allongées sont remplacées par un épithélium dont les éléments sont plus bas. En suivant les sections d'avant en arrière, la coupe, représentée sur pl. VI fig. 3 nous intéresse d'abord, l'épithélium péritonéal allongé et pluriserié s'est invaginé et forme ainsi l'ébauche du pavillon, la paroi invaginée repousse les cellules mésoblastiques fusiformes, dont elle est séparée du canal de WOLFF, et se trouve immédiatement en contact avec le canal excréteur du rein primitif. Pl. VI fig. 4 représente une coupe pratiquée encore plus prés de la queue. L'invagination est en voie de se séparer. Les parois, tournées l'une vers l'autre, se touchent de si près, qu'elles ne laissent entre elles qu'une lumière en forme de fente. L'épithélium invaginé s'adosse par son côté médial au canal de WOLFF; par la face latérale il est encore en continuité avec l'épithélium du péritoine, tandis que des cellules mésoblastiques fusiformes bien resserrées environnent les bords libres de tous côtés. Deux à trois coupes plus en arrière, on voit que l'invagination a perdu toute connexion avec l'épithélium péritonéal (pl. VI, fig. 5), elle forme alors un cordon cellulaire pleint qui est encore visible sur quelques sections.

Aussitôt que l'épithélium péritonéal invaginé s'est séparé, les cellulos fusiformes d'origine mésoblastique, situées de tous côtés, se rangent entre le canal de MÜLLER, qui vient de se former et l'épithélium susdit, et isolent ainsi ce canal des cellules qui l'ont produit, tandis que sa paroi médiale s'appliquo étroitement à la face latérale du conduit de WOLFF. Quand dans les coupes, pratiquées encore plus près de la queue, le canal de MÜLLER a disparu, le canal de WOLFF avance tout près de l'épithélium péritonéal, mais il en reste toujours séparé par une assise très mince de cellules

mésoblastiques, couche qui, ordinairement, n'a l'épaisseur que d'une seule rangée de cellules.

D'après ce qui a été dit ci-dessus, on voit donc que le canal de MÜLLER, formé par une invagination de l'épithélium péritonéal ne s'accroît pas aux dépens de ces cellules, mais qu'il se développe au contraire d'une manière indépendante. Les cellules invaginées, surtout celles du pavillon, montrent de nombreuses divisions mitosiques.

Sur pl. VII fig. 1, 2 et 3, on trouve les images de trois sections d'une série d'un embryon de *Vanellus cristatus* d'une période un peu plus avancée. La partie du canal de MÜLLER succédant immédiatement au pavillon, possède déjà ici une lumière, qui disparaît peu à peu, quand on arrive dans les parties situées plus en arrière, ce qui fait, que le conduit déjà creux dans la partie de devant se transforme dans la partie de derrière en un cordon cellulaire pleint. Les fig. 1 et 2 représentent deux coupes superposées, qui ont été faites à la partie terminale du canal; dans la fig. 1 le conduit de MÜLLER est encore distinctement visible comme un cordon pleint, dans la fig. 2, il ne forme plus qu'une seule cellule. Dans les deux sections, il est séparé de l'épithélium péritonéal par une couche très mince de tissu mésoblastique, dans l'une et l'autre coupe, il s'est rangé à côté du canal de WOLFF, mais il en reste isolé distinctement jusqu'à sa partie terminale. La fig. 3 enfin représente une coupe qui a été faite beaucoup plus près de la queue. Le conduit de MÜLLER a déjà disparu dans les sections précédentes, mais la région où on le trouvera dans les embryons plus âgés est déjà nettement marquée. C'est à dire que nous avons vu, qu'au début du canal de MÜLLER, les cellules péritonéales, du reste de formes plates, qui tapissent le mésonéphros se transforment en un épithélium cylindrique allongé et stratifié („Tubenleiste" des auteurs allemands).

Quoique de cet épithélium provienne, outre l'ostium abdominale, seulement la partie antérieure du conduit de MÜLLER, la transformation de l'épithélium susdit s'étend sur toute la longueur du rein primitif, comme cela se voit distinctement dans la coupe ci-dessus. Tous les embryons que j'ai étudiés, se comportent à cet égard de la même manière. J'ai fait surtout, attention à la partie postérieure du canal de MÜLLER et à son rapport avec le canal de WOLFF. J'ai toujours trouvé — il est vrai — que le canal de MÜLLER se met ici immédiatement en contact avec le conduit de WOLFF; cependant, tous les deux restent jusqu'à la partie terminale du canal de MÜLLER, distinctement isolés l'un de l'autre.

Je n'ai pu constater si la partie postérieure du conduit de MÜLLER se confond ou s'unit avec le canal excréteur du rein primitif et

Digitized by Google

voilà pourquoi j'en conclus que le conduit de MÜLLER, dans les Oiseaux naît indépendamment du canal de WOLFF. Je n'ai jamais vu, ni dans les embryons de *Limosa aegocephala*, ni dans ceux de *Vanellus cristatus*, de *Totanus calidris*, ou de *Haematopus ostralegus*, que la partie postérieure du canal de MÜLLER s'unisse au canal de WOLFF. Mais, d'autres faits encore indiquent que le conduit de MÜLLER ne s'accroît pas aux dépens du canal de WOLFF ou qu'il ne naît pas par dédoublement de ce conduit. Quànd on examine la partie postérieure du canal do MÜLLER, on trouve que les cellules dont il est composé, montrent une tout autre structure que celles du canal de WOLFF. La paroi épithéliale de celui-ci est formée de cellules cylindriques assez basses, à noyau ovale, mesurant de 6 μ de longueur et 4 μ de largeur ; par les réactifs celui-ci se colore très fort. La partie postérieure du canal de MÜLLER se terminant en cul-de-sac est composée de grandes cellules rondes ou plus ou moins ovales, à noyau volumineux d'un diamètre d'environ 8 μ, qui ne se colore que très peu par les matières colorantes. (Voir pl. VII fig. 1 et 2). Si vraiment le canal de MÜLLER provenait par dédoublement du canal de WOLFF, ou si celui-ci prenait part à la formation du conduit de MÜLLER, les cellules qui se rencontrent dans sa partie postérieure, devraient tout à fait répondre, quant à leur structure, à la paroi épithéliale du canal excréteur du mésonéphros, ce qui n'est pas du tout le cas. Par ce qui a été dit, il est évident qu'on peut nettement distinguer, déjà dans les phases de développement moins avancées, deux assises dans le canal de MÜLLER; savoir, une couche épithéliale interne, dont les éléments se transformeront bientôt en cellules cylindriques, et une couche externe formée par des cellules mésoblastiques étoilées et fusiformes. Dans les périodes plus avancées, la couche externe augmente considérablement de volume et forme le tissu d'où naissent la couche des fibres musculaires et la muqueuse. Une fois formée, le canal de MÜLLER ne s'accroît que très lentement dans la direction de la queue; il est régulièrement asymmetrique; car, du côté gauche, il s'étend plus loin dans la direction de la tête, qu'à droite, tandis qu'il disparaît de ce côté-ci un plus tôt que de l'autre côté. Il se développe sur toute sa longueur autant chez les mâles, que chez les femelles, dans les périodes correspondantes, la seule différence consiste en ceci que sa lumière chez la femelle est plus grande et sa paroi plus épaisse, que chez le mâle. Dans les embryons mâles, le canal de MÜLLER n'atteint jamais — du moins pour aussi loin que j'ai pu pousser mes recherches — la paroi du cloaque, mais il finit en cul-de-sac un peu avant. Chez les femelles, il a la forme d'un cordon cellulaire pleint, intimement juxtaposé à la

paroi du cloaque, cependant il ne semble y déboucher qu'après l'éclosion, mais je n'ai pas fait de recherches spéciales sur ce point. A la pl. VII fig. 4, on trouve représentée une coupe transversale à travers le canal de MÜLLER d'un embryon de *Limosa aegocephala*, d'un stade quand il est arrivé au plus haut point de son développement. Dans cette période, il forme un assez grand canal, qui s'est formé dans toute sa longueur et qui va immédiatement jusqu'au cloaque. Il a une lumière de 32—36 μ de diamètre, laquelle est revêtue d'un épithélium allongé, mesurant 22—24 μ. Comme les cellules de cet épithélium n'ont pas de contours distincts, je n'ai pu, malgré tous mes efforts, constater si ces cellules sont composées de plusieurs assises, ou si elles se composent de cellules très allongées et serrées, dont les noyaux sont situés à différentes hauteurs, de façon à présenter 3 à 4 zones, assez irrégulièrement distribuées, en formant ainsi l'image d'un épithélium pluriserié. A cette couche, formée de cellules épithéliales, succède en dehors une assise très épaisse, mesurant 80—85 μ, composée de petites cellules, qui n'ont pas de contours distincts, dont le corps est réduit à une mince couche de protoplasma, entourant un noyau rond, qui se colore très fortement. De nombreux vaisseaux sanguins s'interposent entre ces cellules, et un épithélium péritonéal très distinct tapisse le canal à sa face externe. Dans les embryons mâles de *Numenius arcuatus*, de *Vanellus cristatus*, de *Tringa pugnax*, de *Totanus calidris*, de *Haematopus ostralegus* et de *Larus argentatus*, je n'ai pas trouvé le canal aussi bien développé que pour la *Limosa aegocephala* dans les périodes correspondantes; l'épithélium n'est pas aussi allongé et la couche externe n'atteint pas non plus une épaisseur aussi considérable, cependant chez tous les Oiseaux nommés plus haut, l'oviducte se développe des deux côtés aussi complètement que pour la *Limosa*.

Chez les Oiseaux mâles les deux oviductes s'avortent, comme nous le savons. Dans ce procédé, c'est la paroi épithéliale qui disparaît le plus tôt, à sa place viennent des cellules qui ressemblent tout à fait à celles de la paroi externe. Si pendant ce procès, les cellules épithéliales se détruisent immédiatement, ou si elles se transforment d'abord en cellules, qui ne se distinguent en rien de celles de la paroi externe, c'est ce que j'ignore. La rétrogradation commence à la partie caudale et se continue ainsi dans la direction de la tête. Dans la partie postérieure et dans la partie médiale du canal de MÜLLER, on trouve le revêtement épithélial souvent déjà disparu, pendant que celui du pavillon existe encore distinctement.

Quelquefois on trouve aussi des parties, dont la couche épithéliale est encore bien conservée, alternant avec d'autres, dont l'épithé-

lium montre déjà des traces de dégénération qu'on ne peut méconnaître. En général, la rétrogradation du conduit de MÜLLER semble offrir bien des irrégularités, mais je ne les ai pas étudiées exactement. Après que l'épithélium a été détruit par une métamorphose régressive, les cellules de la paroi externe disparaissent. Pendant ce procédé, les noyaux de cette assise de cellules se transforment en de petits amas d'une forme irrégulière, qui se colorent très fortement, puis se dispersent, sous la forme de grains, pour être ensuite entièrement résorbés. La rétrogradation du canal de MÜLLER du mâle se fait très rapidement; encore avant que l'émigration d'ovules primitifs dans les cordons génitaux ait cessé, il arrive qu'il avorte. Le pavillon (l'ostium abdominale) disparaît en dernier lieu; souvent il est encore tout à fait conservé, quand le reste du canal s'est déjà avorté.

Quoiqu'on ne rencontre qu'un seul oviducte chez la femelle à l'état adulte, tous les deux oviductes se développent entièrement dans l'embryon. La pl. VII fig. 5 représente une section, pratiquée à travers le canal de MÜLLER d'un embryon femelle de *Limosa aegocephala* d'une même période de développement que celle que l'on trouve à la pl. VII fig. 4 et qui est d'un embryon mâle de la même espèce. La lumière de l'oviducte a ici un diamètre de 68—70 μ. La paroi épithéliale a une hauteur de 17—18 μ. Pas plus pour la femelle que pour le mâle, je n'ai pu trouver si cet épithélium se compose de cellules allongées et minces, dont les noyaux sont situés à des hauteurs différentes de façon à présenter 3 à 4 zones assez irrégulièrement distribuées ou si l'épithélium est en effet plurisorié. Puisque dans les périodes plus jeunes que dans les phases ultérieures, la paroi épithéliale n'est formée que par une seule assise de cellules, je crois qu'il en est de même pour les périodes susdites et que l'image d'un épithélium stratifié provient de ce que les noyaux de ces cellules sont situés à différentes hauteurs.

La couche externe a l'épaisseur considérable de 120—130 μ. Tandis que pour le mâle, cette assise montre partout une structure uniforme et qu'elle se compose dans toute son épaisseur de petites cellules rondes, la partie périphérique de cette assise, qui deviendra la couche des fibres musculaires, montre chez la femelle déjà très distinctement une structure fibrillaire dans cette période de développement, et cela concerne l'oviducte droit aussi bien que celui du côté gauche.

Dans les embryons femelles de *Totanus calidris* à peu près du même âge que ceux de *Limosa aegocephala*, que nous venons de décrire, le canal de MÜLLER avait une lumière beaucoup plus large; par contre la paroi épithéliale et la couche externe étaient plus minces. La lumière était ovale, elle avait une longueur de 200 μ et

Digitized by Google

une largeur de 100 μ, la couche épithéliale mesurait 16 μ et la couche externe avait une épaisseur de 60—70 μ.

Ensuite, on voit à la pl. VII fig. 6 l'image d'une coupe transversale à travers l'oviducte d'une *Limosa aegocephala* femelle, âgée de 4 jours. L'oviducte est ici déjà tres distinctement visible a l'oeil nu. L'épithélium qui est formé dans les périodes encore moins avancées par des cellules assez allongées et dont il est très difficile de dire avec certitude si elles sont disposées en une seule couche, ou si elles sont disposées sur plusieurs rangées, ne mesure ici que 8—10 μ et n'est positivement formé que par une assise de cellules. Dans la couche externe, la différenciation a fait encore très peu de progrès, seule la couche musculaire commence à se distinguer plus nettement de la muqueuse.

L'épithélium présente des invaginations régulières et profondes. Si ces invaginations forment l'ébauche des glandes qui produisent plus tard l'albumine, c'est ce que je ne saurais dire.

En traitant l'histoire du développement des reins primitifs, il nous faudra revenir encore une fois au canal de MÜLLER, parce que nous aurons alors mieux l'occasion d'examiner quels changements ont eu lieu dans la situation du pavillon, quand le corps de WOLFF est en voie d'avorter. Deux points dans l'examen de l'histoire du développement de l'oviducte ont attiré spécialement mon attention, savoir les deux suivants :

1°. Comment se comporte la partie terminale du conduit de MÜLLER par rapport à l'épithélium péritonéal, qui revêt le côté latéral du rein primitif et qui se transforme temporairement, comme nous le savons en un épithélium stratifié?

2°. Quel est le rapport de la partie terminale du conduit de MÜLLER avec la paroi du canal de WOLFF?

Quant au premier point, je ne puis qu'affirmer ce que BORNHAUPT (1), SERNOFF (4), FÜRBRINGER (5), GASSER (3), JANOSIK (22), VON MIHALCOVICS (12) et autres ont dit sur ce sujet. Le dernier auteur a amplement traité la littérature du développement de l'oviducte, de sorte qu'il suffira, que j'y renvoie les intéressés. L'épithélium péritonéal pluriserié au côté latéral du rein primitif, que WALDEYER a appelé à tort „épithélium germinatif" ne prend plus part au développement du canal de MÜLLER, il ne s'applique pas étroitement sur le conduit susdit, mais il en est séparé par une couche extrêmement mince de cellules mésoblastiques fusiformes, assise qui n'a ordinairement que l'épaisseur d'une seule rangée de cellules. En parlant de cet épithélium VON MIHALCOVICS (12) s'exprime comme suit: „Auch muss bei dieser Gelegenheit erwähnt werden, dass da-

Digitized by Google

Cylinderepihelium an der Tubenleiste keine Rest des ursprünglichen cylindrischen Coelomepithels ist, das sich etwa an dieser Stelle der Urniere erhalten hat, im Gegentheil, es entsteht erst mit der Entwicklung der Tubenfalte, in proximal-distaler Richtung, dem fortwachsenden MÜLLER'schen Gang voraneilend, man könnte also dem Epithelstreifen die Aufgabe zumuthen, dass er als Wegweiser für den fortwachsenden MÜLLER'schen Gang dient".

Il y a dix ans, E. GASSER (3) disait déjà en parlant du Poulet: „Das leistenförmig verdickte Epithelium (GASSER l'appelait encore à l'instar de WALDEYER „Épithélium germinatif") über dem WOLFF'schen Gang erreicht den Höhepunkt seiner Entwicklung erst, nachdem der MÜLLER'sche Gang mit Lumen unter ihm erschienen ist und verschwindet als dann in der Weise, dass nur die oberste Zellenlage desselben den Charakter des Epithels behält, was aus den darunter liegenden Schichten desselben wird, ist noch nicht genügend eruirt".

GASSER de même que SERNOFF (4) affirme co que BORNHAUPT (1) a constaté, savoir: que le pavillon provient seulement de l'épithélium péritonéal épaissi, et que celui-ci ne prend plus part à l'accroisement ultérieur du canal de MÜLLER, comme l'a dit WALDEYER. En traitant le développement du rein primitif, nous reviendrons à cet épithélium. De même que GASSER, j'ai trouvé que chez les femelles le canal de MÜLLER finit, comme chez les mâles, en cul de sac dans les dernières périodes du développement et qu'il ne débouche pas librement dans le cloaque; selon lui, cette communication manque même chez les Poulets, âgés de six mois. Les rapports de la partie antérieure de l'oviducte seront traités amplement plus tard, quand nous parlerons de la manière dont l'urètre et le canal de WOLFF débouchent dans le cloaque.

Le second point concerne la question: le canal de WOLFF prend-il part, chez les Oiseaux comme chez les Amphibies et les Plagiostomes à la formation du canal de MÜLLER? Selon BALFOUR et SEDGWICK (7), ce serait bien le cas; ils résument les résultats de leurs recherches dans ce qui suit: „Our interpretation of the appearances we have described in connection with the growht of the Müllerian duct can be stated in a very few words. Our second stage, where the solid point of the Müllerian duct terminates by fusing with the walls of Wolffian duct, we interpret as meaning that the Müllerian is growing backwards as a solid rod of cells, split off from the outer wall of the Wolffian duct; on the same manner, in fact, as in Amphibia and Elasmobranchii. The condition of the terminal part of the Müllerian duct during our third stage cannot, we think, be interpreted in the same, but the peculiarities of the cells of both Müllerian and

Wolffian ducts, and the indistinctness of the outlines between them, appear to indicate that the Müllerian duct grows by cells passing from the Wolffian duct to it. In fact, although in a certain sense the growth of the two ducts is independent, yet the actual cells which assist in the growht of the Müllerian duct are, we believe, derived from the walls of the Wolffian duct". Les autres observateurs n'ont pas confirmé les résultats de BALFOUR et SEDGWICK. VON MIHALKOVICS (12) dit par exemple: Wir acceptieren die vorgetragene Ansicht BALFOUR und SEDGWICK's aus dem einfachen Grunde nicht, weil wir für die Amnioten die Abspaltung des Müller'schen Ganges vom Wolff'schen her nicht bestätigen könnten." De même que VON MIHALCOVICS et BRAUN (6) nous avons trouvé, que chez les Lézards, le canal de Wolff était toujours distinctement séparé du canal de Müller, nous n'avons vu nulle part que les deux conduits s'unissaient. WIEDERSHEIM (26) est arrivé à la même conclusion. Pour les Crocodiles et les Tortues voici ce qu'il dit: „Der Müller'sche Gang der Crocodile und Schildkröten hat in seiner Anlage so wenig, als bei irgend einem andern amnioten Wirbelthier, mit dem Vornierengang irgend etwas zu schaffen. Abgesehen von den ganz klar liegenden Entwicklungsverhältnissen, wird dies auch duch die formellen und chromophilen Differenzen der epithelialen Gebilde beider Gänge bewiesen." JANOSIK (22) n'est non plus pas convaincu que, chez le Poulet, le canal de WOLFF participe à la formation du conduit de Müller. D'une très grande importance est le fait que, selon WIEDERSHEIM, chez les Tortues, l'épithélium péritonéal stratifié du rein primitif (Tubenfalte) prend aussi part au développement du canal de Müller.

La partie antérieure du conduit de Müller montre dans le Poulet des particularités, qui pour aussi loin que j'ai pu pousser mes recherches ne se rencontrent pas dans les Grallatoires et les Natatoires, je veux dire l'existence de plusieurs invaginations de l'épithélium péritonéal stratifié, au côté latéral du rein primitif, au moment que le pavillon vient à s'ébaucher. BALFOUR et SEDGWICK décrivent trois de ces invaginations, VON MILHALKOVICS en a vu deux; selon KOLLMANN (8) il peut y en avoir plus de trois, dans un cas il n'y en avait pas; RENSON (11) non plus ne les a pas vues. SIEMERLINGH (9) dit à ce sujet ce qui suit: „Beim Vogel erfolgt die Anlage des Müller'schen Ganges bekanntlich in Gestalt von einer oder mehreren Einsenkungen des Epithels der Pleuroperitonealhöhle, auf der äusseren Seite des Wolff'schen Korpers, ziemlich genau über dem Wolff'schen Gang. Von diesen ursprünglichen Oeffnungen pflegt später nur die oberste zu persistiren, das Ostium abdominale tubae".

J'ai étudée très minutieusement plusieurs embryons de *Limosa*

Digitized by Google

aegocephala, de *Vanellus cristatus* et de *Tringa pugnax* pour voir si quelque chose de semblable a lieu pour ces Oiseaux, mais je ne l'ai pas observé. La seule chose digne d'être mentionnée peut-être, c'est que l'ébauche du canal de Müller se montre comme une invagination en forme de fente de l'épithélium péritonéal pluriserié. Il arrive quelquefois, que sous la région, où les bords de cette invagination s'appliquent étroitement l'un sur l'autre, se montre encore une autre partie, dont les lèvres s'écartent de nouveau et un peu plus en arrière s'effectuent la fermeture définitive et la séparation du canal ébauché de l'épithélium péritonéal. Cependant je n'ai jamais plus trouvé qu'une seule invagination de l'épithélium du péritoine dans le développement du canal de Müller. Le fait que le nombre de ces invaginations est très variable, comme les auteurs cités plus haut l'ont dit, fait présumer que nous avons affaire ici à des relations abnormales. VON MIHALKOVICS attache aussi peu de valeur au nombre de ces invaginations, puisqu'il dit: „Man ist also berechtigt zu sagen, dass die Einsenkungen beim Vogel bloss auf zufällige Unregelmässigkeiten zu beziehen sind, bedingt durch die schnelle Vermehrung der Epithels in der Breite und Dicke, wodurch unregelmässige Falten entstehen, die dann vielleicht durch die Anwendung der Härtungsflüssigkeiten (besonders der Chromsäure) noch erhöht werden; regelmässige Bildungen könnten nicht von so wechselnder Form und kurzem Bestande sein". Il ne me paraît donc pas douteux que nous avons affaire à des particularités, probablement à des abnormités, qui ne se rencontrent que dans l'embryon du Poulet.

Leyde, Avril 1892.

Digitized by Google

LISTE

DES OUVRAGES CITÉS DANS LE COURS DE CE TRAVAIL.

(1) Th. Bornhaupt. Untersuchungen über die Entwicklung des Urogenitalsystems beim Hühnchen 1867. Dorpat (Diss. inaug.).

(2) W. Waldeyer. Eierstock und Ei. Ein Beitrag zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Sexualorgane. 1870.

(3) E. Gasser. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Allantois, der Müller'schen Gänge und des Afters. 1874.

(4) D. Sernoff. Zur Frage über die Entwicklung der Sammelröhrchen des Hodens und der Müller'schen Gänge. *Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften* 1874.

(5) M. Fürbringer. Zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Excretionsorgane der Vertebraten *Morphol. Jahrbuch.* Bd. IV, p. 1. 1878.

(6) M. Braun. Das Urogenitalsystem der einheimischen Reptilien. *Arbeiten aus dem zool. zoot. Institut in Würzburg.* Bd. IV. 1877.

(7) F. M. Balfour and A. Sedgwick. On the Existence of a Head-Kidney in the Embryo Chick and on some Points in the Development of the Müllerian Duct. *Studies from the Morphol. Laborat. in the University of Cambridge.* T. I. p. 1. 1880.

(8) J. Kollmann. Ueber Verbindungen zwischen Coelom und Nephridium. Basel. 1882.

(9) E. Siemerlingh. Beiträge zur Embryologie der Excretions-organe des Vogels. Diss. inaug. 1882. Marburg.

(10) C. K. Hoffmann. Die Bildung des Mesoderms, die Anlage der Chorda dorsalis und die Entwicklung des Canalis neurentericus bei Vögelembryonen. *Verhandelingen der Koninkl. Akademie van Wetenschappen te Amsterdam.* XXIII. 1883.

(11) Weldon. Note on the Origin of the Suprarenal Bodies of Vertebrates. *Proceed. of the Royal Society.* Vol. 37. 1885.

(11*a*) Weldon. On the Suprarenal Bodies of Vertebrata *Quart. Journal of mikrosk. Science.* Vol. XXV. p. 137. 1885.

(12) Renson. Contributions à l'embryologie des organes d'excrétion des Oiseaux et des Mammifères. Thèse. Auszug. *Archiv für mikrosk. Anatomie.* Bd. XXII. 1883.

(13) G. (Victor) von Mihalkovics. Untersuchungen über die Entwicklung des Harn- und Geschlechtsapparates der Amnioten. *Internat. Monatsschrift.* 1885. T.

(14) C. K. Hoffmann. Zur Entwicklungsgeschichte der Urogenitalorgane

Digitized by Google

bei den Anamnia. *Zeitschrift für wissensch. Zoologie*. Bd. 44. p. 570. 1886.

(15) R. Semon. Die indifferente Anlage der Keimdrüsen beim Hühnchen und ihre Differenzirung zum Hoden. *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft*. Bd. 21. p. 46. 1887.

(16) Rückert. Ueber die Entstehung der Excretionsorgane bei Selachiern. *Archiv für Anatomie und Physiologie Anat. Abth.* 1888.

(17) J. W. van Wijhe. Ueber die Mesodermsegmente des Rumpfes und die Entwicklung des Excretionsystem bei Selachiern. *Archiv für mikrosk. Anatomie*. Bd. XXXIII. p. 461. 1889.

(18) C. K. Hoffmann. Zur Entwicklungsgeschichte der Urogenitalorgane bei den Reptilien. *Zeitschrift für wissenschaftlichen Zoologie* Bd. 48. p. 260. 1889.

(19) A. Brandt. Ueber den Zusammenhang der Glandula suprarenalis mit dem Parovarium resp. der Epididymis bei Hühnern. *Biologisch Centralblatt*. Bd. 9. p. 522. 1889.

(20) A. Prenant. Contribution à l'histiogénèse du tube séminif. *Internat. Monatschrift*. T. VI. p. 1. 1889.

(21) G. Valenti. Sullo sviluppo delle capsule surrenali nel pollo ed in alcuni mammiferi. *Estri dagli Atti della Societa Toscana di Scienze naturali*. Vol. X. 1889.

(22) J. Janosik. Bemerkungen über die Entwicklung des Genitalsystems. *Sitzb. der kaiserl. Akademie der Wissensch. zu Wien*. Bd. 99. Heft IV 3 Abth. 1890.

(23) R. Semon. Ueber die morphol. Bedeutung der Urniere in ihrem Verhältniss zur Vorniere und Nebenniere. *Anat. Anzeiger*. T. V. 1890.

(23a) R. Semon. Studien über das Bauplan des Urogenitalsystems der Wirbelthiere. *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft*. N. T. Bd. 19. 1891.

(24) C. K. Hoffmann. Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreiches. Entwicklungsgeschichte der Reptilien. Bd. VI. 3 Abth. 1890.

(25) M. Holl. Ueber die Reifung der Eizelle des Huhn's *Sitzb. der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien. Math. naturw. Klasse*. T. 99. 1890.

(26) R. Wiedersheim. Ueber die Entwicklung des Urogenital-apparates bei Crocodilen und Schildkröten. *Archiv. für mikrosk. Anatomie*. Bd. 36. p. 410. 1890.

(27) H. Rabl. Die Entwicklung und Structur der Nebennieren bei den Vögeln. *Archiv für mikrosk. Anatomie* Bd. 38. p. 492. 1891.

(28) F. Etzold. Die Entwicklung des Testikel von Fringilla domestica von der Winterruhe bis zum Eintritt der Brunst. *Zeitschrift für Wissenschaftl. Zoologie*. Bd. 52. p. 46. 1891.

Digitized by Google

EXPLICATION DES PLANCHES.

N.B. Dans toutes les figures, les lettres suivantes conservent la même signification.

a.	Aorte.
a'.	Vaisseau sanguin sortant de l'aorte.
am.	Amnios.
c. g.	Cordon génital.
c. m.	Canal de Müller.
c. m. t.	Partie terminale du canal de Müller.
c. m. p.	Corpuscule de Malpighi.
c. n.	Cordon nerveux.
c. n'.	Cordon nerveux en voie de se développer.
c. o. p.	Couche des ovules primitifs.
c. r.	Cordon renal.
c. r. p.	Canal du rein primitif (corps de Wolff).
c. s.	Canal séminifère.
c. w.	Canal de Wolff.
ep.	Épithélium péritonéal.
epp.	Épithélium péritonéal pluriserié.
epb.	Épiblast.
g. c. s.	Ganglion sympathique des capsules surrénales.
g. i.	Gouthière intestinale.
m.	Myotome.
n. c.	Notocorde.
p.	Pavillon.
p. c.	Prolongement cellulaire sortant du corpuscule de Malpighi.
p. c'.	Prolongement cellulaire, l'ébauche du cordon génital.
p. c''.	Prolongement cellulaire, l'ébauche du cordon renal.
p. c. s.	Prolongement cellulaire du nerf sympatique.
p. e.	Paroi endothéliale des vaisseaux sanguins.
r. m.	Radice du mésentère.
som.	Somatopleure.
spl.	Splanchnopleure.
t. n.	Tube nerveux.
v. c.	Veine cardinale
v. c. i.	Veine cave inférieure.
v. s.	Vaisseau sanguin.

Digitized by Google

PLANCHE I.

Fig. 1. Coupe transversale, combinée de trois sections superposées d'un embryon de *Limosa aegocephala*. Obj. 5. Ocul. 3 de Hartnack.

» 2. Coupe transversale d'un embryon de *Sterna hirundo* avec 32 somites. Obj. 4. Ocul. 2 de Hartnack.

» 3. Partie de la même section, grossie. Obj. 7. Ocul. 2 de Hartnack.

PLANCHE II.

» 1. Partie d'une section transversale à travers un embryon de *Limosa aegocephala*. Obj. 9. Ocul. 3 de Hartnack.

» 2, 3, 4. Trois coupes transversales d'un embryon de *Totanus calidris.* Obj, 5. Ocul. 3 de Hartnack.

» 5. Partie d'nne section traversale d'nn embryon de *Limosa aegocephala*. Obj. 9. Ocul. 3 de Hartnack.

» 6. Partie d'une coupe transversale d'nn embryon de *Vanellus cristatus.* Obj. 9. Ocul. 2 de Hartnack.

PLANCHE III.

» 1. Partie d'une coupe transversale à travers le testicule d'un jeune embryon de *Haematopus ostralegus*. Obj. 9. Ocnl 2 de Hartnack.

» 2. Partie d'une conpe transversale du testicnle d'un embryon de *Limosa aegocephala* plus âgé. Obj. 9. Ocul. 3 de Hartnack.

» 3, Coupe transversale à travers le testicnle d'un jenne embryon de *Limosa aegocephala* Obj, 4 Ocul. 3 de Hartnack.

» 4. Coupe transversale du testicule d'un embryon plus âgé de *Limosa aegocephala*. Hartnack. Obj. 4 Ocnl. 3.

» 5. Partie d'une coupe transversale à travers le testicnle d'nn embryon de *Numenius arcuatus*. Obj. 9. Ocul. 3 de Hartnack.

» 6. Idem (voir p. 18). Obj. 9. Ocul. 3 de Hartnack.

» 7. Idem (voir p. 18). Obj. 9. Ocul. 3 de Hartnack.

PLANCHE IV.

» 1. Section transversale d'un jeune ovaire d'un embryon de *Numenius arcuatus*. Obj. 4. Ocul. 2 de Hartnack.

» 2. Partie de la même section, grossie et indiqnée sur pl. IV fig. 1 par x (voir p. 22) Obj. 9. Ocul. 2 de Hartnack.

» 3. Section transversale,

» 4. section horizontale d'uu embryon de *Limosa aegocephala*. Obj. 4 Ocul 3 Hartnack.

Digitized by Google

PLANCHE V.

Fig. 2. Coupe transversale à travers l'ovaire d'un embryon plus âgé de *Numenius arcuatus*. Obj. 7. Ocul. 2 de Hartnack.

» 1. Section transversale de l'ovaire d'un jeune animal de *Numenius arcuatus* âgé de 3 à 4 jours. Obj. 7. Ocol. 2 de Hartnack.

» 3. Coupe transversale d'un embryon de *Limosa aegocephala*. Obj 4. Ocul. 3 de Hartnack. *a*, *b*, *gs*, *2s*. Voir p. 33.

» 4. Section transversale à travers un jeune animal de *Limosa aegocephala*, âgé de 3 à 4 jours Obj. 4. Ocul. 2 de Hartnack.

PLANCHE VI.

» 1 et 2. Parties de la même section transversale représentée à la pl. V, fig. 3, grossies. Obj. 9. Ocul. 3 de Hartnack. *g. c. i.* partie la plus latérale du ganglion sympathique des capsules surrénales.

» 3, 4, 5. Trois coupes transversales à travers un embryon de *Totanus calidris*. Obj. 5. Ocul. 3 de Hartnack.

» 6. Partie d'une coupe transversale des capsules surrénales d'un jeune animal de *Limosa aegocephala* âgé de 3 à 4 jours. Obj. 9. Ocul. 3 de Hartnack.

PLANCHE VII.

» 1, 2, 3. Trois coupes transversales d'un jeune embryon de *Vanellus cristatus*, pour expliquer l'ébauche du canal de Müller. Obj. 9. Ocul. 3 de Hartnack.

» 4. Coupe transversale du canal de Müller d'un embryon mâle de *Limosa aegocephala*. Obj. 4. Ocul. 3 de Hartnack.

» 5. Idem d'un embryon femelle de *Limosa aegocephala*. Obj. 4. Ocul. 3 de Hartnack.

» 6. Section transversale à travers l'oviducte d'un jeune animal de *Limosa aegocephala* âgé de 3 à 4 jours. Obj. 4. Ocul. 3 de Hartnack.

Digitized by Google

ERRATA.

Page	ligne	au lieu de	lisez
12	23	conserve	conserne
13	18	conserve	conserne
15	21	genitaux	génitaux
22	42	sur pl. IV fig. 1 par	sur pl. IV fig. 1 par x
25	36	canneleé	cannelée
29	25	conserve	conserne
30	20	le plus en en avant voient	le plus en avant envoient

Digitized by Google

1.

n.c.

v.c

a

p.c.s

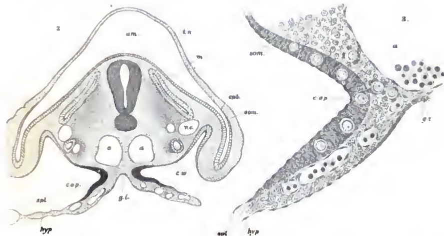
p.c.i

c.r

c.op

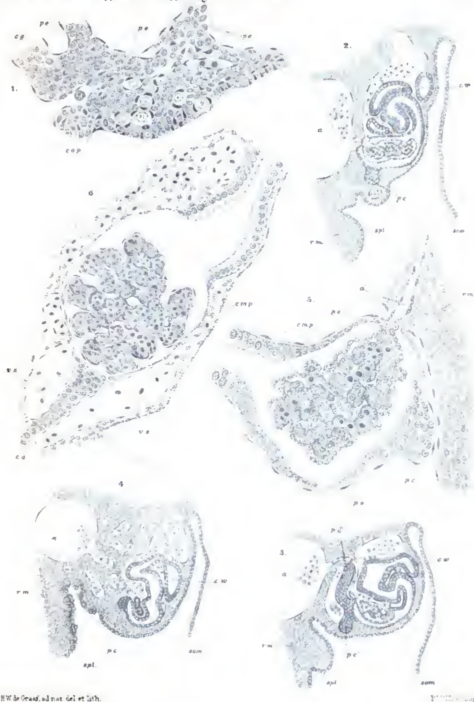
c.g

r.m



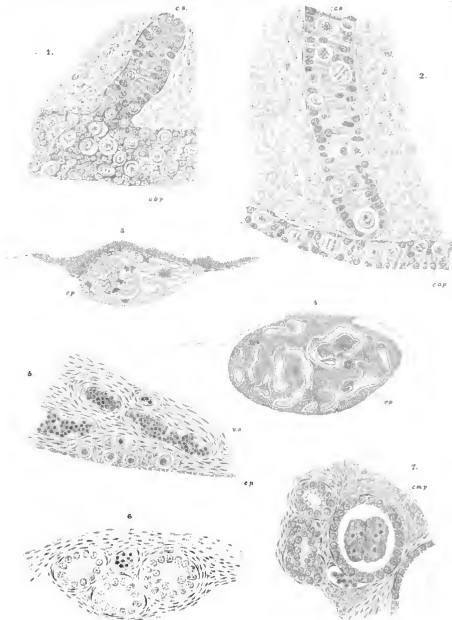
...erauf. ad nat. del. et lith.

Digitized by Google



Dr. H.W. de Graaf, ad nat. del et lith.

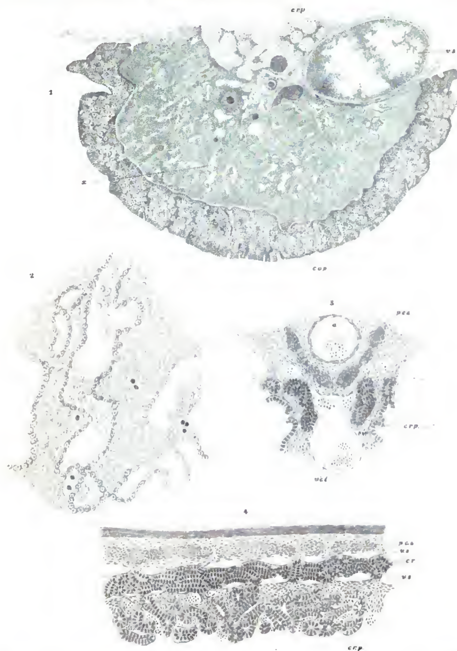
Digitized by Google



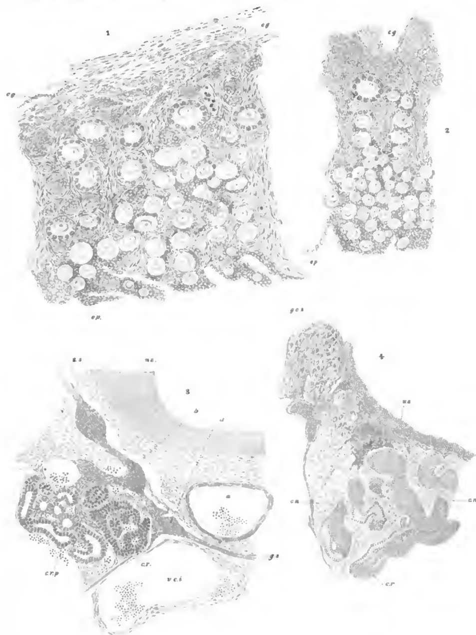
Dr. F. W. de Graaf, ad nat. del. et lith.

P. W. M. Trap. imp.

Digitized by Google

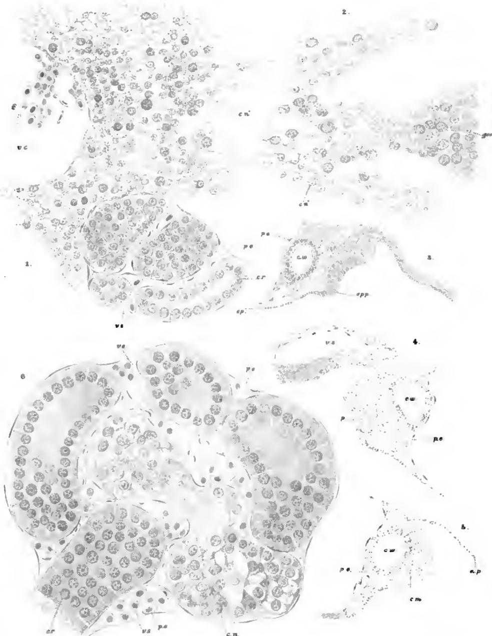


Digitized by Google



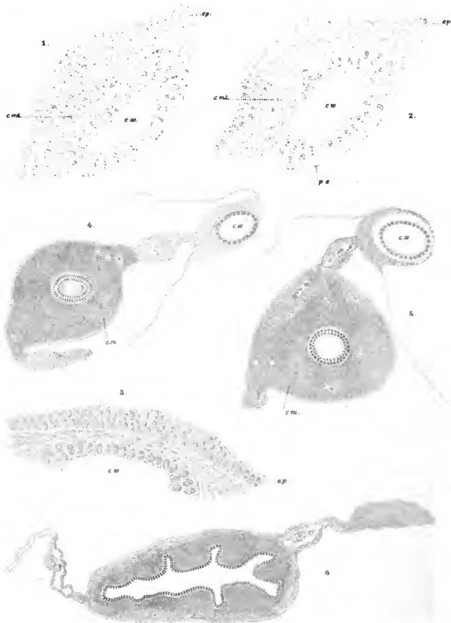
Dr H.W. de Graaf, ad nat. del. et lith.

Digitized by Google



Dr. H.W. de Graaf. ad nat. del. et lith. P.W.M.Trap imp.

Digitized by Google



Digitized by Google

OVER

HET ONDERSCHEID IN SAMENSTELLING

TUSSCHEN

ARTERIEEL EN VENEUS BLOED.

BIJDRAGE TOT DE METHODE VAN VERGELIJKEND BLOEDONDERZOEK.

DOOR

Dr. H. J. HAMBURGER

Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam.

(TWEEDE SECTIE.)

Deel I. N°. 5.

AMSTERDAM,
JOHANNES MÜLLER.
1892.

Digitized by Google

OVER HET ONDERSCHEID IN SAMENSTELLING TUSSCHEN ARTERIEEL EN VENEUS BLOED.

BIJDRAGE TOT DE METHODE VAN VERGELIJKEND BLOEDONDERZOEK,

DOOR

Dr. H. J. HAMBURGER.

De vraag, welke veranderingen het arterieele bloed heeft ondergaan, wanneer het als veneus bloed de weefsels verlaat, behoort tot de meest fundamenteele punten uit de leer der stofwisseling. Reeds in 1753 heeft HAMMERSCHMIDT [1]) zich er mede bezig gehouden en na dien tijd zijn tal van andere onderzoekers gevolgd [2]). De resulhebben echter geenszins beantwoord aan den moeitevollen arbeid. Gewoonlijk wijken de uitkomsten aanzienlijk van elkander af; soms zijn ze zelfs lijnrecht met elkaar in tegenspraak.

De bezwaren aan het onderzoek verbonden, zijn dan ook niet gering te schatten.

Vooreerst zijn de verschillen in samenstelling tusschen het toe- en afstroomende bloed gering en hebben bij het onderzoek slechts betrekking op één enkele doorstrooming; waarbij dan nog het bezwaar komt, dat men in den regel met kleine hoeveelheden bloed moet experimenteeren. Groote dieren toch heeft men zelden ter beschikking, en het onttrekken van een aanzienlijke hoeveelheid bloed aan een kleine diersoort kan allicht secundaire gevolgen na zich slepen, die een schadelijken invloed uitoefenen op de juistheid der conclusies.

Het kan dan ook geen bevreemding wekken, wanneer FLÜGGE,

[1]) HAMMERSCHMIDT, Notabile discrimen inter sanguinem arteriosum et venosum. Diss. Göttingen.

[2]) Zie *Zeitschrift f. Biologie*, B. 26, Jahrg. 1890. S. 453, waar Dr. F. KRÜGER een overzicht over de litteratuur van het onderwerp geeft.

ontstemd over de tegenstrijdigheid in de uitkomsten, door hem en tal van andere physiologen verkregen bij het vergelijkend onderzoek van poortader- en levervenen-bloed, als zijn meening uitspreekt [1]: „Blutveränderungen der eingreifendsten Art können im Körper ab„laufen, ohne dass unsere analytischen Methoden auch nur den ge„ringsten sicheren Nachweis dafür zu liefern im Stande sind". En later [2]) zegt hij:

„Ich glaube den Beweis geliefert zu haben, dass eine vergleichende „Untersuchung des zu- und abströmenden Blutes Keine Methode ist, „mittelst deren wir hoffen dürfen einen Aufschlus über die Funktion „der Leber zu erhalten".

In 1888 brachten de onderzoekingen van J. COHNSTEIN en N. ZUNTZ [3]) een nieuw bezwaar aan het licht. Deze toonden aan, dat het aantal roode bloedlichaampjes in het arterieele en veneuse bloed gelijk is, maar dat die gelijkheid door tal van oorzaken kan worden opgeheven, bijv. door een verandering van vaattonus en van hartswerking, door verhooging der bloedsdrukking in de venae, enz. Daar nu de bloedlichaampjes een andere samenstelling bezitten dan het plasma, waarin ze zich bevinden, zal bij verandering van de relatieve hoeveelheid dezer beide bloedbestanddeelen, zelfs in het geval, dat ieder van beide de oorspronkelijke samenstelling blijft behouden, de samenstelling van het geheele bloed toch gewijzigd zijn. Dit is vooral van beteekenis, wanneer de stoffen waarvan men vergelijkende quantitatieve bepalingen wenscht te verrichten, over de bloedlichaampjes en het plasma verdeeld zijn.

Een proef, die ik eigenlijk met een ander doel uitvoerde, moge dit toelichten.

Uit de vena jugularis van een paard werd bloed ontlast en opgevangen in een flesch, op wier bodem zich stukjes glas bevonden. Nadat de flesch geheel gevuld was, werd ze gesloten en geschud. Intusschen werd een andere hoeveelheid bloed in een schaal opgevangen en met staafjes geklopt. Men zou nu verwachten, dat 50 cM^3 gedefibrineerd bloed in beide gevallen een gelijke hoeveelheid vaste bestanddeelen zou bevatten.

Dit was echter geenszins het geval. 50 cM^3 van het bloed, dat in de gesloten flesch was gedefibrineerd, gaf na droging bij 105°—110°, 9,071 gr. residu, terwijl dezelfde hoeveelheid van het in de schaal gedefibrineerde een residu achterliet van 9.634 gr. En wat bleek nu

[1]) *Zeitschr. f. Biol.*, B. 13. 1877. S. 161.

[2]) l. c. S. 168.

[3]) PFLÜGER's *Archiv*, B. 32. S. 303.

de oorzaak van het verschil te zijn? Van beide bloedsoorten werden 100 cM³ in twee gelijke maatglazen gebracht en een dag aan zich zelven overgelaten. In 100 cM³ van het uit de flesch genomen bloed waren 35 cM³ en in 100 cM³ van het uit de schaal genomen bloed 37 cM³ bloedlichaampjes bezonken. Dat in het tweede geval de betrekkelijke hoeveelheid serum geringer moet zijn dan in het eerste is duidelijk, wanneer men bedenkt, dat bij het defibrineeren aan de lucht een aanzienlijke hoeveelheid schuim wordt gevormd, dat een zekere quantiteit serum in beslag neemt.

Ook het alkali- en het chloorgehalte van het op beide wijzen gedefibrineerde bloed verschilden onderling, het alkaligehalte zelfs 11.2 pCt.

Uit deze proeven blijkt, dat een verschil van 2 pCt. in het volume der bloedlichaampjes een grooten invloed heeft op de samenstelling van het geheele bloed.

Het ligt nu voor de hand, dat, waar voor sommige bestanddeelen het arterieele en veneuse bloed stellig niet meer dan tienden van procenten verschillen, een geringe wijziging van het betrekkelijk aantal roode bloedlichaampjes de bestaande verschillen kan bedekken, ja zelfs in verkeerden zin kan doen te voorschijn treden. En dat een verandering van het relatieve aantal der bloedlichaampjes door een schijnbaar onbeteekenende aanleiding kan worden gewijzigd, hebben de proeven van Cohnstein en Zuntz geleerd en is door de experimenten van Kruger [1]) bevestigd.

Bij dezen stand van zaken zou men inderdaad geneigd zijn de boven geciteerde uitspraak van Flügge te onderschrijven. Of men hiertoe werkelijk het recht heeft, moge uit de volgende bladzijden blijken.

I. Vergelijking tusschen het gedefibrineerde bloed van de A. carotis en de V. jugularis.

Het uitgangspunt voor mijn onderzoek „*Over den invloed der* „*ademhaling op de permeabiliteit der roode bloedlichaampjes*" [2]) was de vraag: verhouden zich de bloedlichaampjes van arterieel en veneus bloed verschillend met betrekking tot het verlies van haemoglobine in zoutoplossingen? Het bleek toen, dat er inderdaad verschil be-

---

[1]) Beiträge zur Kenntniss der arteriellen und venösen Blutes verschiedener Gefässbezirke. l. c. S. 459.

[2]) *Verslagen en Mededeelingen* enz. 3e Reeks. Dl. IX. p. 197.

Digitized by Google

stond en dat dit, althans voor een deel, moest toegeschreven worden aan de omstandigheid, dat de bloedlichaampjes van het veneuse bloed meer CO_2 bevatten dan die van het arterieele. In verband hiermede vervolgde ik toen de studie over den invloed van CO_2 op het bloed, maar liet de vraag rusten of het verschil, dat de bloedlichaampjes van het arterieele en het veneuse bloed met betrekking tot zoutoplossingen aanboden, ook nog door iets anders bepaald wordt dan door het verschil in CO_2-gehalte.

Om deze vraag te beantwoorden, werd de volgende proef verricht.

In een flesch van ½ liter inhoud, op welker bodem zich een groot aantal stukjes glas bevonden, werd bloed opgevangen uit de Vena jugularis van een paard. Onmiddelijk, nadat de flesch gevuld was, werd ze gesloten en aan iemand overhandigd, ten einde te worden geschud. Na de vulling der flesch werd de bloedstraal in een schaal opgevangen en het aldus verkregen bloed op de gebruikelijke wijze met staafjes gedefibrineerd. Ik zal gemakshalve, dit bloed, dat aan de lucht gedefibrineerd was, $V_{l(ucht)}$ noemen en het eerst verkregen gedefibrineerde bloed eenvoudig *V*. Geheel op dezelfde wijze werden twee hoeveelheden arterieel bloed verzameld uit de A. carotis. Het arterieele bloed, dat in een gesloten flesch was gedefibrineerd, zal ik *A* noemen, terwijl het carotisbloed, dat in een schaal werd gedefibrineerd met A_l zal bestempeld worden.

Alle 4 bloedsoorten V, V_l, A en A_l werden nu ingezet met Na Cl-oplossingen. Eigenlijk zou het voor de beantwoording der vraag voldoende geweest zijn, alleen het bloed V_l en A_l te vergelijken, omdat in die beide bloedsoorten de invloed van CO_2 geëlimineerd was, hetgeen ik juist wenschte; maar om ook nog eens den invloed van CO_2 daarnaast te zien werden bovendien *V* en *A* ingesteld.

Ten einde het overzicht der resultaten gemakkelijk te maken, laat ik hier een tabelletje volgen, dat zonder nadere verklaring duidelijk zal zijn.

TABEL I.

	V Veneus bloed, gedefibrineerd buiten toetreding van lucht.	A Arterieel bloed gedefibrineerd buiten toetreding van lucht.	V_l Veneus bloed gedefibrineerd aan de lucht.	A_l Arterieel bloed gedefibrineerd aan de lucht.
Na Cl-oplossing waarin een begin van kleurstof uittreding zichtbaar is . .	0.73 %	0.71 %	0.69 %	0.67 %

Digitized by Google

Uit deze tabel blijkt, dat er een verschil bestaat tusschen de concentratie der Na Cl-oplossing, waarin het aan de lucht gedefibrineerde bloed der vena jugularis, V_l, kleurstof begint te verliezen en de concentratie, waarin hetzelfde geschiedt met het op dezelfde wijze behandelde bloed der carotis, A_l. Dit verschil is niet toe te schrijven aan de omstandigheid, dat bloed V_l misschien meer CO_2 bevat dan A_l, want men mag veilig aannemen, dat beide bloedsoorten, na ± 25 min. in een open schaal flink geklopt te zijn, met zuurstof waren verzadigd.

Voorts treedt hier duidelijk de invloed aan het licht, welke de wijze van defibrineeren (n.l. zonder en met toetreding van lucht) uitoefent op de concentratie der zoutoplossing, waarin de bloedlichaampjes haemoglobine beginnen te verliezen. Men vergelijke V (0.73) met V_l (0.69), en A (0.69) met A_l (0.67); een bevestiging van hetgeen ik vond bij de studie over den invloed van het CO_2 op de permeabiliteit der bloedlichaampjes in verband met indifferente gassen [1]).

Gedroegen zich de bloedlichaampjes van bloed V, A, V_l en A_l ongelijk ten opzichte van het afgeven van kleurstof in zoutoplossingen, dan was ook te verwachten, dat het serum, waarin de bloedlichaampjes zich bevonden, ongelijk van samenstelling zou zijn.

Om dit te onderzoeken werd van het serum der vier bloedsoorten vergeleken: 1° de hoeveelheid vaste bestanddeelen, 2° het chloorgehalte, 3° het alkaligehalte.

In de eerste plaats dan de vaste bestanddeelen: zo werden bepaald in 50 cM³ serum, op de vroeger beschreven wijze.

Tabel II geeft een overzicht der resultaten.

TABEL II.

	Nummer der proef.	V Veneus bloed, gedefibrineerd *buiten* toetreding van lucht.	A Arterieel bloed, gedefibrineerd *buiten* toetreding van lucht.	V_l Veneus bloed, gedefibrineerd aan de lucht.	A_l Arterieel bloed, gedefibrineerd aan de lucht.
Gram vaste bestanddeelen in 50 cM³ serum.	1			4.180	3.993
	2	4.316		4.160	
	3	4.304		4.262	
	4	4.200	4.184	4.173	4.093
	5	4.203	4.189	4.209 (?)	4.096
	6	4.559	4.503	4.456	4.449
	7	4.263	4.220		

[1]) *Verslagen en Mededeelingen* enz., 3e Reeks. Dl. IX. p. 205.

Deze tabel leert:

1°. dat het gewicht der vaste bestanddeelen, voorhanden in het veneuse bloed, grooter is dan dat in het arterieele. Dit geldt zoowel voor het aan de lucht gedefibrineerde bloed V_l en A_l, als voor het in een flesch gedefibrineerde V en A;

2°. dat aan een hooger CO_2-gehalte van het bloed een hooger gehalte van het serum aan vaste bestanddeelen beantwoordt. Men vergelijke V (4.316) met V_l (4,160), V (4,304) met V_l (4,262) enz.; zoo ook A (4.184) met A_l (4.093), A (4.189) met A_l (4,096) enz. In het boven geciteerde onderzoek toonde ik aan, dat wanneer men gedefibrineerd bloed met CO_2 verzadigt, eiwitstoffen enz. uit de bloedlichaampjes in het serum overgaan en dat bij verdrijving van het CO_2 door een indifferent gas het omgekeerde geschiedt. Bij het defibrineeren van het bloed aan de lucht heeft ook uitdrijving van CO_2 plaats; vandaar de verschillen tusschen do hoeveelheid der vaste bestanddeelen in V en V_l en in A en A_l.

Het chloorgehalte van het serum werd, zooals vroeger bepaald door 50 cM^3 serum met 75 cM^3 eener verzadigde oplossing van $(NH_4)_2 SO_4$ op een waterbad te verwarmen, dan te filtreeren en vervolgens 50 cM^3 van het heldere kleurlooze filtraat te vermengen met 25 cM^3 $^1/_{10}$ norm. $Ag NO_3$ en 10 cM^3 sterk $H NO_3$. Ten slotte werd weer gefiltreerd en in 50 cM_3 van het filtraat het vrije zilvernitraat bepaald door middel van KCNS.

Ik laat hier een tabel volgen, waarin de resultaten der chloorbepalingen zijn weergegeven.

TABEL III.

	Nummer der proef	V Veneus bloed, gedefibrineerd *buiten* toetreding van lucht.	A Arterieel bloed, gedefibrineerd *buiten* toetreding van lucht.	V_l Veneus bloed, gedefibrineerd aan de lucht.	A_l Arterieel bloed, gedefibrineerd aan de lucht.
cM^3 $^1/_{10}$ norm. $Ag NO_3$, overeenkomende met het chloor van 50 cM^3 serum.	1				
	2	52.5		55.06	
	3	53.2		55.6	
	4	50.68	51.25	52.65	53.4
	5	53.15		56.8	
	6	49.9	50.17	52.3	52.9
	7	50.3	50.7		

Uit deze tabel blijkt:

1°. dat het chloorgehalte van het serum van het veneuse bloed kleiner is dan van het arterieele. Dit geldt zoowel voor het aan de lucht gedefibrineerde Vl en Al als voor het in een gesloten flesch gedefibrineerde V en A;

2°. dat aan een hooger CO_2-gehalte van het bloed een lager Chloorgehalte van het serum beantwoordt. Men vergelijke V (52.6) met Vl (55.06), V (53 2) met Vl (55.6) enz., zoo ook A (51.25) met Al (53.4) en A (50,17) met Al (52.9). In het meergemelde opstel over den invloed der ademhaling op de permeabiliteit der bloedlichaampjes, toonde ik aan, dat wanneer men gedefibrineerd bloed met CO_2 verzadigt, het serum chloriden aan de bloedlichaampjes afstaat en dat omgekeerd, wanneer men het CO_2 weer door een indifferent gas verdrijft, uit de bloedlichaampjes chloor naar het serum overgaat. Zoo is het te verklaren, dat het serum van V een lager chloorgehalte heeft dan dat van Vl. Hetzelfde geldt voor A en Al.

Zooals boven werd gezegd, heb ik ook het gehalte aan natriumcarbonaat en phosphaat van de verschillende bloedsoorten met elkaar vergeleken.

Telkens werden 75 cM^3 serum verdund met de dubbele hoeveelheid alcohol van 96 pCt., en 50 cM^3 van het heldere gele filtraat getitreerd met lakmoïd en $^1/_{20}$ normaal zwavelzuur. Op deze wijze werd de gezamenlijke hoeveelheid $Na_2 CO_3$ en $Na_2 HPO_4$ bepaald.

Vervolgens nam ik weer 50 cM^3 van het heldere filtraat en titreerde deze met phenolphtaleïne. Het bleek dan, dat enkele droppels $^1/_{20}$ norm. KOH noodig waren om de roode kleur te voorschijn te roepen, m. a. w. om van het in de vloeistof aanwezige $Na H_2 PO_4$ te maken $Na_2 H PO_4$.

Daarna werd bij de roode vloeistof een bekende hoeveelheid $^1/_{20}$ norm. zwavelzuur in overmaat gevoegd, het mengsel verhit om het CO_2 te verdrijven, dat door inwerking van het zuur op $Na_2 CO_3$ ontstaan was, en ten slotte het overgebleven $H_2 SO_4$ door middel van KOH bepaald.

De volgende tabel geeft een overzicht van de resultaten.

Digitized by Google

TABEL IV.

Nummer der proef.	Bleed-soert.	cM³ 1/20 norm. H_2SO_4 noodig om de 50 cM³ met lakmoid blauw gekleurde alcoholische vloeistof een rooden tint te geven.	cM³ 1/20 norm. KOH, noodig om door omzetting van het in 50 cM³ filtraat aanwezige NaH_2PO_4 in Na_2HPO_4, de met phenolphtaleine bedeelde vloeistof rood te kleuren.	cM³ 1/20 norm. KOH, noodig om de door de vorige titratie rood gekleurde vloeistof, die thans met 10 cM³ 1/20 norm. H_2SO_4 vermengd is en daarna verwarmd, weer rood te kleuren.
1	V_1	12.5		
	A_1	11.12		
2	V	12.12		
	V_1	9.56		
3	V	10.25	1.1	3.9
	V_1	8.8	0.65	4.3
4	V	11.46	0.86	2.09
	A	10.44	1.48	3.55
	V_1	8.93	0.41	4.72
	A_1	8.8	0.89	5.17
5	V	11.5	0.9	2.69
	A	10.73	1.04	3.52
	V_1	9.81	1.35	3.65
	A_1	7.10	1.3	6.26
6	V	11.32		
	A	10.21		
	V_1	8.47		
	A_1	7.95		
7	V	11.54		
	A	11.02		

Uit deze tabel ziet men:

1°. dat de gezamenlijke hoeveelheid Na_2HPO_4 en Na_2CO_3 in het het serum van het veneuse bloed grooter is dan in dat van het arterieele, onverschillig of het bloed gedefibrineerd is buiten toetreding van lucht (V en A) of onder den invloed van lucht (V_1 en A_1). Het feit, dat tusschen het serum van V_1 en A_1 een verschil in alkaligehalte bestaat, bewijst, dat het verschil tusschen het alkaligehalte van serum V en A niet alleen veroorzaakt wordt door het ongelijk CO_2-gehalte van deze beide serumsoorten;

2°. dat de wijze van defibrineeren grooten invloed heeft op alkaligehalte van het serum. Men vergelijke V (12.12) met V_1 (9.56);

V (11.46) met V_1 (8.93) enz.; zoo ook A (10.44) met A_1 (8.8), A (10.73) met A_1 (7.10) enz.

Berekenen wij uit de voorgaande tabel hoe groot de betrekkelijke hoeveelheden Na_2CO_3 en phosphaat zijn.

TABEL V.

Nummer der proef.	Bloed-soort.	cM³ $^1/_{20}$ norm. zwavelzuur overeenkomende met het Na_2CO_3.	Het aantal cM³ $^1/_{20}$ norm. KOH, noodig om in 50 cM³ der alcoholische vloeistof vloeistof het NaH_2PO_4 te maken tot Na_2HPO_4 + het aantal cM³ $^1/_{20}$ norm. H_2SO_4, noodig om het in de 50 cM³ der alcoholische vloeistof aanwezige Na_2HPO_4 te maken tot NaH_2PO_4. De som geeft een beeld van de totale hoeveelheid phosphaat in 50 cM³ der alcoholische vloeistof.
3	V	6.1	
	V_1	5.7	
4	V	7.9	4.41
	A	6 4	5.47
	V_1	5.3	4.05
	A_1	5.8	3.86
5	V	7.31	5.09
	A	6.48	5.29
	V_1	6.35	4.81
	A_1	3.74	1.92

Uit deze tabel blijkt, dat in het serum van het aan de lucht gedefibrineerde bloed het gehalte aan Na_2CO_3 geringer is dan in het serum van het bloed, dat buiten toetreding van lucht is gedefibrineerd. Dit geldt zoowel voor het bloed uit de V. jugularis als voor dat uit de A. carotis.

Wat het phosphaatgehalte betreft, daarvan kan hetzelfde gezegd worden. Intusschen blijkt in het geval, dat de bloedsoorten buiten toetreding van lucht waren gedefibrineerd, het phosphaatgehalte van het veneuse serum geringer te zijn dan van het arterieele, doch grooter, wanneer het defibrineeren aan de lucht heeft plaats gehad.

Voegen we om het overzicht van de tot dusverre verkregen resultaten gemakkelijk te maken, alles in ééne tabel samen.

Digitized by Google

TABEL VI.

a Nummer der proef.	*b* Bloed-soort.	*c* Na Cl-opl. waarin een begin van kleurstof-uittreding ziehtbaar is.	*d* Gram vaste bestand-deelen in 100 cM³ serum.	*e* cM³ $^1/_{10}$ norm. Ag NO_3 over-eenkomen-de met het chloor van 100 cM³ serum.	*f* cM³ $^1/_{20}$ norm. H_2SO_4, beantwoordende aan het Na_2HPO_4 en Na_2CO_3 van 100 cM³ serum (titratie met lakmoid).	*g* cM³ $^1/_{20}$ norm. H_2SO_4 noodig voor de verzadiging van het Na_2CO_3 in 50 cM³ filtraat. (Zie kolom *f*). (Titratie met phenolphtaleïne).	*h* Geheele hoeveelheid phosphaat in 50 cM³ filtraat (zie de laatste kolom van tabel V).
1	V_1	....	8.360				
	A_1	....	7.986				
2	V	....	8.632	105.00	72.72		
	A						
	V_1	....	8.32	110.20	57.36		
	A_1						
3	V	....	8.608	106 40	61.5		
	A						
	V_1	....	8.524	111.12	52.8		
	A_1						
4	V	0.73 %	8.4	101.36	68.76	7.9	4.41
	A	0.71 %	8.368	102.50	62.64	6.4	5.47
	V_1	0.69 %	8.346	105.30	53.58	5.3	4.05
	A_1	0.67 %	8.186	106.80	52 8	5.8	3.86
5	V	....	8.406	106.3	69	7.31	5.09
	A	....	8.378	....	64.38	6.48	5.29
	V_1	....	....	....	58.86	6.35	4.81
	A_1	....	8.192	113.6	42.6	3.74	1.92
6	V	0.74	9.118	99.8	67.92		
	A	0.72	9.006	100.34	61.26		
	V_1	0.69	8.912	104.6	50.82		
	A_1	0.67	8.698	105.8	47.70		
7	V	....	8.526	100.6	69.24		
	A	....	8.440	101.4	66.12		

Deze tabel leert, behalve hetgeen reeds naar aanleiding van de voorafgaande tabellen werd besproken, dat bij alle proeven het bloed der V. jngularis in samenstelling afwijkt van dat der A. carotis. Dit geldt zoowel voor de bloedlichaampjes als voor het serum. In-

Digitized by Google

tusschen zijn in het serum van deze bloedsoorten V en A de verschillen van het alkaligehalte, en vooral van de geheele hoeveelheid vaste bestanddeelen en van de chloriden gering en worden niet zelden overtroffen door de verschillen, die men waarneemt bij het serum van dezelfde bloedsoort, welke op verschillende wijze wordt gedefibrineerd (V en V_1, A en A_1). Het kan daarom niet bevreemden, dat zij, die zich met een vergelijkend onderzoek van serum bezighouden tot tegenstrijdige resultaten moeten komen, wanneer de invloed van de wijze van defibrineeren over het hoofd wordt gezien of ook voor de analysen een te geringe hoeveelheid van de te onderzoeken vloeistof wordt gebruikt.

Met het laatste heeft men eveneens rekening te houden bij het vergelijkend onderzoek van het geheele bloed [1]). Maar daar worden de resultaten ook nog geïnfluenceerd door het betrekkelijk volume van bloedlichaampjes en serum, in welke verhouding door schijnbaar weinig beteekenende oorzaken gemakkelijk een wijziging kan worden gebracht. Is het nu mogelijk, aan het eerste dezer beide bezwaren te gemoet te komen door te experimenteeren met groote dieren, de laatste bron van fouten is niet te vermijden. Ik zou daarom willen voorstellen, bij het vergelijkend onderzoek van bloed, lichaampjes en serum afzonderlijk te beschouwen. Nu is het wel mogelijk dat bij een eenigszins langdurige bloedstuwing het plasma en dus ook het serum verandering van samenstelling ondergaat, maar wanneer de stuwing enkele oogenblikken aanhoudt, zooals dit bij het experiment kan plaats hebben, dan zal de bedoelde verandering wel niets beteekenen; de relatieve hoeveelheid roode bloedlichaampjes wijzigt zich echter wel en daarmede verandert in betrekkelijk hooge mate de samenstelling van het geheele bloed.

Wil men nu bloedlichaampjes en serum afzonderlijk onderzoeken, dan is de wijze waarop ze worden afgescheiden van het hoogste belang. De bovenstaande onderzoekingen hebben duidelijk aangetoond, welken invloed de wijze van defibrineeren uitoefent. Een vergelijking van de vaste bestanddeelen, de chloriden en het alkaligehalte van serum V, A, V_1 en A_1 laat hieromtrent geen twijfel.

Verder heeft men in de centrifigaal-machine een uitnemend middel om bloedlichaampjes en serum te scheiden.

[1]) Zoo deelt KRÜGER, onder wiens leiding eenige dissertaties over vergelijkend bloedonderzoek in Dorpat zijn geschreven, o. a. mede (PFLÜG. *Archiv* 1890 S. 471), dat hij voor de bepaling der droge bestanddeelen van het bloed 2 cM³ gebruikte. Volgens zijn eigen onderzoekingen nu bedragen de verschillen tusschen de vaste bestanddeelen van carotis- en jugularis bloed 0,1—0,2 pCt., dus hier 0.002 tot 0.004 gr. Mag men nu bij proeven als deze, uit zulke verschillen resultaten trekken?

Digitized by Google

Intusschen zal menigeen de vraag stellen: is het geoorloofd, de resultaten, verkregen bij het gedefibrineerde bloed, over te brengen op het circuleerende, m. a. w. vindt men het onderscheid in samenstelling tusschen het serum van twee bloedsoorten ook terug bij het plasma? Deze vraag wil ik trachten te beantwoorden.

II. Vergelijkend onderzoek van gedefibrineerd en niet-gedefibrineerd bloed.

In de eerste plaats wenschte ik serum en plasma van hetzelfde bloed te vergelijken. Doch op welke wijze het plasma te verkrijgen? Aanvankelijk dacht ik aan een extract van bloedzuigerkoppen in serum. Een extract in Na Cl-oplossing zou minder gewenscht zijn, daar mijn vroegere onderzoekingen [1]) hebben aangetoond, dat, al is de Na Cl-oplossing met het serum isotonisch, toch wisseling van bestanddeelen met de bloedlichaampjes plaats heeft. Dus liever een extract van bloedzuigerkoppen in serum. Maar zou de stof, die de stolling tegengaat, niet doodend werken op de bloedlichaampjes? Haycraft [2]) geeft aan, dat wanneer hij een weinig bloed uit de vinger, vermengt met een extract van bloedzuigerkoppen in Na Cl-oplossing, de witte bloedlichaampjes gedurende een uur amoeboïde bewegingen uitvoerden. De vitaliteit der witte bloedlichaampjes wordt dus volgens hem niet door bloedzuiger-extract benadeeld. Toch gebruikte ik het extract niet, omdat het evenals zelfs de isotonische Na Cl-oplossing een wisseling van bestanddeelen tusschen bloedlichaampjes en omgeving moet veroorzaken. Dit bezwaar zou ik echter wel hebben kunnen elimineeren, door bij het gedefibrineerde bloed een gelijke hoeveelheid extract te voegen, doch ik mocht er in slagen, het plasma op een meer eenvoudige wijze af te scheiden, n.l. door het bloed op te vangen in een met zorg gereinigde flesch, waarvan de bodem met een laag zuivere olie was bedekt en waarvan de binnenwand eveneens met olie was bevochtigd. Dat op deze wijze stolling kan worden tegengegaan, beter gezegd, vertraagd, is niet nieuw. Ernst Freund [3]) heeft het eerst opgemerkt, dat wanneer

---

[1]) Over de permeabiliteit der roode bloedlichaampjes in verband met de isotonische coëfficienten. *Verslagen en Mededeelingen* enz. 3e Reeks. Dl. VII. p 15.

[2]) Über die Einwirkung eines Secretes des officinellen Blutegels auf die Gerinnbarkeit des Blutes. *Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak.* B. XVIII. 1884. S. 212.

[3]) *Wiener med. Jahrb.* 1886. p. 46—48. *Jahresber. f. Thierchemie*, B. XVI. 1887. S. 121.

Digitized by Google

men bloed opvangt onder olie en bij kamertemperatuur laat staan, in 24 uur geen stolling optreedt. Evenmin zag hij stolling optreden, wanneer het vat van binnen met vaseline bedekt was. PHILIPP STRAUCH [1]) heeft deze proeven gecontroleerd en gevonden, dat door de methode van FREUND de stolling nooit geheel werd opgeheven, wel vertraagd en wel, bij bloed van verschillende dieren voor verschillend langen tijd. Ik experimenteerde alleen met paardebloed en vond dat ook daar de stolling werd vertraagd. Het plasma bleef ongeveer ½ uur vlocibaar, de roode bloedlichaampjes daarentegen waren het nog na 2 dagen. Dit verschil van plasma en roode bloedlichaampjes zal wel gelegen zijn in de omstandigheid, dat de roode veel sneller bezinken dan de witte, tengevolge waarvan in de laag der roode bloedlichaampjes nauwelijks een leucocyt gevonden wordt.

Uit de V. jugularis dan, werd bloed opgevangen in een flesch waarin zich een laag olie bevond; onmiddellijk daarna liet ik het bloed uit de V. jugularis stroomen in een flesch op welker bodem glasscherven lagen; de geheel gevulde flesch werd dan gesloten en geschud.

13 Minuten ongeveer na de ontlasting waren de roode bloedlichaampjes in de eerste flesch bezonken en kon het plasma afgepipetteerd worden. 50 cM³ werd in een vooraf gewogen schaaltje gebracht voor de bepaling der vaste bestanddeelen. 50 cM³ werden vermengd met 75 cM³ eener verzadigde oplossing van ammoniumsulfaat voor de bepaling van het chloor en eindelijk voegde ik 75 cM³ in een kolfje met 150 cM³ alkohol van 96 pCt, voor de bepaling van het alkaligehalte.

Het plasma was troebel, welke troebelheid bleek te moeten worden toegeschreven aan witte bloedlichaampjes, die nog bij 18°—19° in krachtige amoeboïde beweging verkeerden. Tusschen de witte bevond zich een enkel rood bloedlichaampje.

Toen in de andere flesch het bloed was gedefibrineerd, waarbij de fibrine als een elastische bal zich had afgescheiden, liet ik de bloedlichaampjes bezinken. Ongeveer een kwartier daarna, werd het serum verwijderd. Ook dit was troebel door witte bloedlichaampjes en een enkel rood lichaampje. De witte bloedlichaampjes, zoowel de groote, waarin zich korrels bevonden als de kleinere, vertoonde amoeboïde beweging. Met opzet heb ik aan de roode bloedlichaampjes van het gedefibrineerde en van het niet-gedefibrineerde bloed evenveel tijd

---

[1]) Inaug.-Dissert. Dorpat. 1889. *Jahresber. f. Thierchemie.* B. XIX, 1890. S. 116.

gelaten om zich af te zetten — een kwartier bleek hiertoe voldoende. Op deze wijze toch was de troebelheid van plasma en serum door witte bloedlichaampjes even sterk en de fout, gemaakt door de aanwezigheid van witte bloedlichaampjes, tot een te verwaarloozen minimum gereduceerd. Met een centrifugaalmachine hadden echter ook de witte bloedlichaampjes uit plasma en serum kunnen worden verwijderd. Ik had die niet tot mijne beschikking.

De laag der roode bloedlichaampjes, zoowel in het gedefibrineerde als in het niet-gedefibrineerde bloed, was zoo goed als geheel vrij van witte bloedlichaampjes. Naast de bepalingen van vaste bestanddeelen, chloriden en alkaligehalte in het plasma werden ook bepalingen verricht in het serum en wel met dezelfde hoeveelheden, op gelijke wijze afgemeten.

De resultaten vindt men in de volgende tabel.

TABEL VII.

	Gram vaste bestanddeelen van 50 cM^3 vloeistof.	cM^3 $^1/_{10}$ norm. Ag. NO_3 overeenkomende met het chloor van 50 cM^3 vloeistof.	cM^3 $^1/_{20}$ norm. H_2SO_4, overeenkomende met 50 cM^3 van het alcoholisch filtraat (75 cM^3 vloeistof + 150 cM^3 alcohol); titratie met lakmoid.
Plasma.........	4.420	54.3	9.85
Serum..........	4.272	54.3	9.90

Uit deze tabel blijkt een groote overeenstemming tusschen de samenstelling van het plasma en van het serum. Deze overeenstemming zou niet gevonden zijn, indien het bloed aan de lucht ware gedefibrineerd geworden. Men vergelijke hiertoe in tabel I—IV, V met VI.

Dat het eiwitgehalte van het plasma grooter zou gevonden worden dan dat van het serum liet zich verwachten, omdat uit het plasma en de witte bloedlichaampjes zich fibrine afscheidt. Ik heb de hoeveelheid fibrine, die in het bloed voorkwam, bepaald, door eenvoudig de kogelvormige taaie massa (zie boven) met water uit te wasschen en bij 105—110° te drogen. Het gewicht bedroeg 1,453 gr. Deze fibrine was afkomstig van 590 cM^3 bloed. Nu komen 50 cM^3 serum overeen met ongeveer $50 \times \frac{10}{6} = 83$ gram bloed. In 83 gram bloed bevonden zich dus $\frac{83}{590} \times 1.453 = 0.204$ gram fibrine, waardoor het verschil $4.420 - 4.272 = 0.148$ voldoende verklaard wordt.

Digitized by Google

Voor zoover ik weet, is bovenstaande vergelijkende analyse van plasma en het overeenkomstige serum de eerste, die uitgevoerd werd [1]).

Nu interesseerde het mij, te weten of ook het plasma van het carotisbloed dezelfde samenstelling had als het bijbehoorende serum; welke vraag tegelijkertijd kon opgelost worden met een andere n.l. of de verschillen, die tusschen het gedefibrineerde arterieele en veneuse bloed waren opgemerkt, ook werden teruggevonden bij het niet-gedefibrineerde.

Bij een paard werd daarom eerst een aderlating uit de V. jugularis verricht en een zekere hoeveelheid bloed onder olie opgevangen ($V_{o(lie)}$). Een andere hoeveelheid vloeide in een flesch met glasscherven (V).

Daarna werd bloed uit de A carotis ontlast, eveneens in twee flesschen, de eene met olie (bloed $A_{o\,lie)}$) en de andere met glasscherven (A).

Zoowel het plasma van het carotis-bloed als van het jugularis-bloed bleef ongeveer een uur vloeibaar. Intusschen kon het reeds na 15 minuten worden weggenomen.

Het bloed V en A werd weer op de gewone wijze met glasscherven geschud om te worden gedefibrineerd.

Tabel VIII bevat de resultaten:

T A B E L VIII.

Bloedsoort.	Na Cl-oplossing waarin een weinig kleurstof begint uit te treden.	Gram vaste bestanddeelen in 5 cM³ plasma of serum.	cM³ $^1/_{10}$ norm. $AgNO_3$ overeenkomende met het chloor van 50 cM³ plasma of serum.	cM³ $^1/_{20}$ norm. H_2SO_4 beantwoordende aan het alkali van 50 cM³ alcoholisch filtraat (75 cM³ plasma of serum + 150 cM³ alcohol); titratie met lakmoïd
V_o (Jugularis-bloed onder olie opgevangen.........	0.74	4.454	100.41	9.58
V (Jugularis-bloed buiten toetreding van lucht gedefibrineerd)........	0.74	4.273	100.60	9.54
A_o (Carotis-bloed onder olie opgevangen.........	0.72	4.375	101.52	9.01
A (Carotis-bloed, buiten toetreding van lucht gedefibrineerd).......	0.72	4.220	101.40	9.02

[1]) Vergel. o. a. BUNGE, *Lehrbuch der physiologischen und pathologischen Chemie.* 1887. S. 214.

Zooals men ziet, onderzocht ik van de vier bloedsoorten de bloedliehaampjes op hun gedrag tegenover zoutoplossingen en het plasma en serum op hun gehalte aan vaste bestanddeelen, chloriden en alkaliën.

Uit dit onderzoek bleek:

1°. dat de bloedlichaampjes van het niet-gedefibrineerde bloed in dezelfde zoutsolutie kleurstof beginnen te verliezen als die van het gedefibrineerde;

en dat dus voor het niet-gedefibrineerde bevestigd wordt, hetgeen gevonden werd bij het gedefibrineerde, dat n.l. de roode bloedlichaampjes van het arterieele bloed in een zwakkere zoutsolutie kleurstof beginnen te verliezen dan die van het veneuse.

Ik had nog gelegenheid hierbij op te merken, dat na 24 uur ongeveer een weinig coagulum zichtbaar was in de buisjes, waarin zich het niet-gedefibrineerde bloed bevond. Veel coagulum kon ook niet gevormd zijn, daar het aantal witte bloedlichaampjes in de cruor bijzonder gering was, zoo goed als geen plasma zich tusschen de bloedlichaampjes bevond;

2°. Het plasma van het veneuse bloed bevat een grooter gewicht aan vaste bestanddeelen dan dat van het arterieele; hetzelfde werd waargenomen bij het serum van beide bloedsoorten.

Intusschen bedraagt de hoeveelheid vaste bestanddeelen van het plasma meer dan die van het overeenkomstige serum. Het verschil kan echter verklaard worden uit het feit, dat in het plasma de bestanddeelen der fibrine nog voorhanden zijn.

3°. Het plasma van het veneuse bloed bevat minder chloor dan dat van het arterieele. Hetzelfde werd ook waargenomen bij vergelijking van het chloorgehalte van het serum der beide bloedsoorten.

Het plasma van het veneuse bloed bevat meer alkali dan dat van het arterieele. Hetzelfde werd ook waargenomen bij vergelijking van het alkaligehalte van het serum der beide bloedsoorten.

Op de beteekenis van de waargenomen verschillen tusschen arterieel en veneus bloed, zal ik hier niet ingaan. Later hoop ik er op terug te komen.

Dat het bloed, opgevangen in een warme flesch en vloeibaar gehouden bij lichaamstemperatuur, een kwartier na de ontlasting nog leeft, zal wel niemand betwijfelen. Men kent een aantal feiten, die aantoonen, dat zelfs organen bij behoorlijke voeding en bij lichaamtemperatuur, geruimen tijd buiten het lichaam kunnen leven. Zoo is het bekend, dat de nieren, nadat ze uit het lichaam zijn verwijderd, langen tijd het vermogen behouden, de synthese van hippuurzuur te bewerkstelligen uit benzoëzuur en glycocol, indien deze beide

stoffen in warm zuurstofhoudend gedefibrineerd bloed aan de arteria renalis worden toegevoerd. Voor eenigen tijd nam ik waar, dat gedefibrineerd arterieel bloed van lichaamstemperatuur, in de a. renalis van een warm gehouden paardenier geleid, de vena renalis als veneus verliet en de eigenschap had gekregen te stollen. Bij een nier, die na de exstirpatie eerst een half uur aan een temperatuur van 12° was blootgesteld geweest, gelukte de proef niet meer.

Het is reeds lang bekend, dat het uitgesneden hart van warmbloedige dieren blijft kloppen wanneer het met zuurstofhoudend gedefibrineerd bloed van lichaamstemperatuur wordt gevoed.

Wanneer nu een zoo fijn georganiseerd orgaan als het hart, met zijn zenuwen en gangliencellen buiten het lichaam kan leven, is er dan reden te betwijfelen, dat met het veel eenvoudiger georganiseerde bloed hetzelfde het geval is? Eigenlijk zou deze twijfel slechts betrekking kunnen hebben op de roode bloedlichaampjes; want de witte ziet men amoeboïde bewegingen vertoonen.

Mag men echter ook het *gedefibrineerde* bloed als levend beschouwen? Voor zoover deze vraag de witte bloedlichaampjes geldt, is zij gemakkelijk te beantwoorden. Over de roode aanstonds.

Toen bij een mijner experimenten, drie uren na het defibrineeren, de temperatuur van het bloed tot 19° gedaald was, waren de amoeboïde bewegingen nog duidelijk waar te nemen. Ze waren echter niet zoo krachtig als in den aanvang, bij lichaamstemperatuur. Ik liet nu het bloed gedurende 24 uren bij 15° aan zichzelf over, doch vond thans alle beweging opgehouden. Nadat echter het bloed gedurende een half uur op lichaamstemperatuur was verwarmd, vertoonden zich de amoeboïde beweging weer opnieuw en in sterkere mate. Bij bloed, dat twee dagen 15° had gestaan kon ik hetzelfde waarnemen. Om mij hiervan ook eens op een andere wijze te overtuigen, bedeelde ik het laatst bedoelde oude bloed met carmijnkorreltjes, door het in een mortier er mede aan te wrijven, plaatste het toen in een toestel van d'Arsonval, die tot lichaamstemperatuur was verwarmd en zag na twee uren, dat alle witte bloedlichaampjes waren gevuld met carmijnkorreltjes.

Nadat het bloed drie dagen bij 15—17° was bewaard, kon ik de amoeboïde bewegingen door verwarming niet meer opwekken. De witte bloedlichaampjes waren dus afgestorven.

En wat de roode betrof, deze volgden de wetten der isotonische coëfficiënten niet meer en vertoonden uittreden van kleurstof op onregelmatige wijze en wel, in zoutsoluties, die door minder oud bloed geheel kleurloos werden gelaten. Ook de inwerking van zuren en alkaliën op het drie dagen oude bloed gaf resultaten, geheel afwij-

kende van die welke verkregen werden met bloed, dat versch of één dag oud was.

Ongeveer tezelfder tijd derhalve, dat de witte bloedlichaampjes afgestorven zijn, gehoorzamen de roode niet maar aan de wetten der isotonische coëfficienten.

Bedenkt men nu, dat deze wetten ook voor kikvorschbloedlichaampjes gelden, die eenige uren na de verwijdering uit het lichaam toch zeker nog als levend moeten beschouwd worden en houdt men in het oog, dat de roode bloedlichaampjes aan het stollingsproces geen aandeel hebben en de witte bloedlichaampjes van het gedefibrineerde bloed geruimen tijd amoeboïde bewegingen vertoonen, dan is men m. i. gerechtigd uit het een en ander aan te nemen, dat gedefibrineerd bloed levend is en dit vele uren blijft.

Of de afscheiding van fibrine zelve als een afstervingsproces moet beschouwd worden, kunnen we hier buiten bespreking laten. Twee zaken schijnen er intusschen tegen te pleiten 1° dat bloed van koudbloedige dieren, enkele minuten na de ontlasting stolt, terwijl zelfs de meest gewichtige organen, zonder toevoer van voedsel, nog uren buiten het lichaam blijven leven; 2° dat de stolling van het bloed van warmbloedige dieren door afkoeling worden vertraagd, terwijl het leven der weefsels en organen door afkoeling wordt benadeeld.

Terugziende op mijn vroegere onderzoekingen over den invloed der ademhaling op de permeabiliteit der roode bloedlichaampjes [1]), welke experimenten verricht werden met gedefibrineerd bloed, wenschte ik thans na te gaan of de toen gevonden resultaten ook voor het niet gedefibrineerde bloed geldig waren. Te dien einde werd in twee flesschen, ieder voorzien van een laag zuivere olie, bloed opgevangen.

Door de eene voerde ik gedurende 20 minuten CO_2 en liet toen de bloedlichaampjes bezinken. Spoedig echter stolde de massa. De oorzaak hiervan moet waarschijnlijk gezocht worden in de omstandigheid, dat de gasbellen nu en dan wat bloed door de olielaag heen met de lucht in aanraking brachten, terwijl ook de beweging als zoodanig, door het gas teweeggebracht, wel tot de stolling zal bijgedragen hebben.

Ik wendde mij toen tot zuur en alkali; waarvan ik den invloed op gedefibrineerd bloed in mijn vorig opstel bestudeerde [2]).

---

[1]) *Verslagen en Mededeelingen*, enz. 3e Reeks Dl. IX. p. 197.

[2]) *Verslagen en Mededeelingen*, enz. 3e Reeks. Dl. IX. p. 354.

Ik nam drie flesschen, bracht in de eene 5 cM^3 $^1/_5$ norm. KOH, in de tweede 5 cM^3 $^1/_5$ norm. H_2SO_4 en in de derde 5 cM^3 water. In ieder der flesschen liet ik nu onder flink omschudden 200 cM^3 bloed uit de V. jugularis stroomen en bedekte telkens onmiddelijk na het omschudden het bloed met een laag olie. Na 15 minuten ongeveer kon uit alle drie flesschen het bovenstaande plasma worden verwijderd. 50 cM^3 van ieder werd in een vooraf gewogen schaaltje gebracht ter bepaling van de vaste bestanddeelen. Het niet gebruikte plasma bleef nog ongeveer 1 uur tot drie kwartier vloeibaar, terwijl de laag der bloedlichaampjes in het geheel niet vast werd. Ze werden onderzocht op hun gedrag tegenover zoutoplossingen.

In de volgende tabel zijn de resultaten van deze proeven saamgevat.

TABEL IX.

	Na Cl-oplossing, waarin een weinig kleurstof begint uit te treden.	Gram vaste bestanddeelen in 50 cM^3 plasma.
200 cM^3 bloed + 5 cM^3 $^1/_5$ norm. KOH.	0.62 %	4.041
200 cM^3 bloed + 5 cM^3 $^1/_5$ norm. H_2SO_4.	0.72 %	4.165
200 cM^3 bloed + 5 cM^3 water..........	0.66 %	4.109

Uit deze tabel blijkt, dat door toevoeging van alkali en zuur bij niet gedefibrineerd bloed, de bloedlichaampjes en het plasma wijzigingen ondergaan. Deze zijn voor alkali en zuur van tegengestelden aard.

Alkali brengt zoodanige verandering in de permeabiliteit der bloedlichaampjes te weeg, dat ze in een zwakkere Na Cl-oplossing hun kleurstof behouden dan vóór de inwerking, of, wat hetzelfde is, dan na inwerking van water; terwijl zuur een zoodanige verandering in de permeabiliteit der bloedlichaampjes te weeg brengt, dat ze in een sterkere Na Cl-oplossing kleurstof afstaan dan vóór de inwerking.

Verder leerden de experimenten, dat alkali de hoeveelheid vaste bestanddeelen van het plasma doet dalen ten voordeele van de bloedlichaampjes; zuur bewerkt juist het tegengestelde.

Deze resultaten zijn volkomen gelijk aan die, welke verkregen werden bij het gedefibrineerde bloed (l. c. p. 360).

Ik kan nog hieraan toevoegen, dat een uur na de behandeling van het bloed met KOH en zuur, in het nog vloeibare plasma alle witte bloedlichaampjes krachtige amoeboïde beweging vertoonden.

Hetzelfde nam ik waar bij het gedefibrineerde bloed, dat op

Digitized by Google

dezelfde wijze met dezelfde hoeveelheid alkali en zuur was vermengd en wel, 8 uren nadat deze vermenging had plaats gehad. Na dien tijd heb ik de witte bloedlichaampjes niet meer onderzocht.

In verband met de laatste feiten, interesseerde het mij, te onderzoeken of het CO_2 een blijvend schadelijken invloed op het leven der witte bloedlichaampjes kon uitoefenen. Daarom voerde ik door gedefibrineerd bloed gedurende een half uur een flinken stroom CO_2, liet het bloed vervolgens een uur aan zich zelf over en verdreef toen het CO_2 door lucht. Bij verwarming vertoonden de witte bloedlichaampjes krachtige amoeboïde beweging en bleken in staat, kleurstofkorreltjes in zich op te nemen.

Ten slotte zij nog vermeld, dat de temperatuur geen merkbaren invloed blijkt uit te oefenen op de verdeeling van de bloedbestanddeelen over bloedlichaampjes en plasma en over bloedlichaampjes en serum.

Bloed uit de V. jugularis in een warme flesch met olie opgevangen, werd aan zich zelve overgelaten, bij een temperatuur van 38°. Nadat de bloedlichaampjes waren bezonken, werd van het plasma op de gewone wijze het gehalte aan vaste bestanddeelen en tevens het chloorgehalte bepaald. Daarnaast werd hetzelfde gedaan met bloed dat in een koude flesch (16°) was opgevangen en blootgesteld werd aan een temperatuur van 16°.

Behalve het plasma werden ook de bloedlichaampjes van beide onderzocht op hun gedrag tegenover zoutoplossingen. Bij een vroegere gelegenheid heb ik het gedefibrineerde bloed op dezelfde wijze onderzocht en wel bij temperaturen van 10° en van 38°.

De volgende tabel bevat de uitkomsten der proeven.

TABEL X.

	Na-Cl-oplossing, waarin de bloedlichaampjes een weinig kleurstof beginnen af te staan.	Gr. vaste bestanddeele in 50 cM³ plasma of serum.	cM³ $^1/_{10}$ norm. $AgNO_3$ overeenkomende met het chloor van 50 cM³ plasma of serum.
Niet gedefibrineerd bloed bij 38°.......	0.65 %	4.385	53.4
Niet gedefibrineerd bloed bij 16°.......	0.65 %	4.389	53.4
Gedefibrineerd bloed bij 38°............	0.63 %	4.193	54.6
Gedefibrineerd bloed bij 10°............	0.63 %	4.180	54.8

Digitized by Google

Uit deze tabel blijkt, dat, binnen de gemelde grenzen, de verdeeling van de bestanddeelen over bloedlichaampjes en bloedvocht onafhankelijk is van de temperatuur.

RÉSUMÉ.

Het bovenstaand onderzoek heeft in hoofdzaak tot de volgende uitkomsten geleid.

1. *Er is een onderscheid in samenstelling aan te toonen tusschen het gedefibrineerde bloed uit de a. carotis en uit de v. jugularis van het paard.*

   Dit blijkt uit het onderzoek der roode bloedlichaampjes zoowel als uit dat van het serum.

   a. De bloedlichaampjes van de a. carotis behouden nog hun kleurstof in een zoutsolutie, waarin die der v. jugularis hun haemoglobine reeds beginnen te verliezen.

   b. Het serum van het carotis-bloed bevat een kleiner gewicht aan vaste bestanddeelen (eiwit), een kleiner alkaligehalte, doch een grooter chloorgehalte dan het serum van het jugularis-bloed.

   c. De onder a en b genoemde verschillen zijn niet uitsluitend toe te schrijven aan het verschillend gehalte van carotis- en jugularis-bloed aan CO_2; want wanneer men de beide bloedsoorten energisch met lucht behandelt, zoodat de invloed van het CO_2 is geëlimineerd, dan blijven toch verschillen tusschen de beide bloedsoorten bestaan.

   Gelijk vroeger gebleken is, bestaat de invloed van het CO_2 in het teweegbrengen van een wijziging in de permeabiliteit der bloedlichaampjes voor verschillende stoffen en dus ook in het teweegbrengen van een gewijzigde verdeeling der bloedbestanddeelen tusschen bloedlichaampjes en serum.

2. *De verschillen, onder a en b geconstateerd voor het gedefibrineerde carotis- en jugularis-bloed, worden in volkomen denzelfden zin en dezelfde mate teruggevonden bij de niet gedefibrineerde, geheel onveranderde bloedsoorten.*

---

[1]) Over den invloed der ademhaling op de permeabiliteit der roode bloedlichaampjes. *Verslagen en Mededeelingen* enz., 3e Reeks, Dl. IX. p. 197.

Digitized by Google

3. *De invloed van zuur en alkali, bij gedefibrineerd bloed vastgesteld, wordt geheel teruggehouden bij het niet gedefibrineerde onveranderde bloed.*

4. *Naar deze experimenten en de op p. 19 en 20 gemaakte overwegingen is het gedefibrineerde bloed als levend te beschouwen en blijft het deze eigenschap gedurende vele uren behouden, al is de temperatuur lager dan de liehaamstemperatuur.*

5. *De temperatuur heeft, althans tusschen de grenzen 10° en 38° geen merkbaren invloed op de verdeeling der bloedbestanddeelen tusschen bloedlichaampjes en bloedvocht.*

6. *Bij vergelijkende quantitatieve onderzoekingen van arterieel en veneus bloed of van gelijknamig bloed uit verschillende vaatsystemen verdient een afzonderlijke studie van de bloedliehaampjes en het plasma de voorkeur boven een analyse van het bloed in zijn geheel.*
   1°. *Omdat de verhouding van het aantal bloedliehaampjes en het volume van het plasma, zooals die bij het experiment wordt gevonden, niet beantwoordt aan de verhouding, welke in het normale lichaam heerscht. Daar nu een geringe afwijking van het betrekkelijk aantal roode bloedlichaampjes een relatief groote afwijking in de samenstelling van het geheele bloed te weeg brengt, zullen de ware verschillen, welke tusschen differente bloedsoorten bestaan en die toch al gering zijn, geheel kunnen worden bedekt, ja zelfs in foutieve richting te voorschijn treden.*
   2°. *Omdat men, door bloedlichaampjes en plasma afzonderlijk te beschouwen, reeds van zelf dieper in het te onderzoeken vraagstuk doordringt.*

7. *Het onderzoek van bloedlichaampjes en plasma van het niet gedefibrineerde bloed kan vervangen worden door dat van bloedlichaampjes en serum van het gedefibrineerde, mits men het bloed steeds buiten toetreding van lucht defibrineert.*

   Verzuimt men deze voorzorgsmaatregel, m. a. w. defibrineert men op de tot dusverre gebruikelijke wyze, dan treedt een abnormale verdeeling der bloedbestanddeelen tusschen lichaampjes en serum in, een verdeeling, afwijkende van die welke bestaat tusschen lichaampjes en plasma.

   Doordien men met dit feit geen rekening heeft gehouden, moe-

Digitized by Google

ten de tot dusverre verrichte analysen van het serum worden herhaald.

8. *Wegens het geringe bedrag der verschillen, dat voor vele bestanddeelen der onderscheidene bloedsoorten niet meer dan tienden van procenten bedraagt, zal men bij de tegenwoordig gebruikelijke methode van bloedontrekking slechts van groote dieren kunnen gebruik maken.*

Dit geldt niet voor het onderzoek der roode bloedlichaampjes met behulp van zoutoplossingen. Hiervoor zijn slechts geringe quantiteiten bloed noodig.

Men late dit onderzoek dan ook voorafgaan aan de gewone chemische analysen, omdat het zeer gemakkelijk en spoedig is uit te voeren en omdat verschillen in het gedrag der bloedlichaampjes tegenover zoutoplossingen, met zekerheid wijzen op verschillen in de samenstelling van het plasma of het serum.

Physiol. Laborat.
der Rijks Veeartsenijschool.
Utrecht, Mei 1892.

Digitized by Google

RAPPORT DER COMMISSIE

uit de Koninklijke Akademie van Wetenschappen,

BENOEMD IN DE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE

op Zaterdag 28 November 1885,

ten einde der Akademie te adviseeren, naar aanleiding van de missive van den Minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid,

dato 27 November 1885 (zie Bijlage 1),

BETREFFENDE DE LEVENSWIJZE EN DE WERKING VAN

LIMNORIA LIGNORUM.

Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam

(TWEEDE SECTIE)

DEEL I. No. 6.



(MET 7 PLATEN)

Double vinfu
4. Z
15

AMSTERDAM,
JOHANNES MÜLLER.
1893.


Digitized by Google

Het is toch een onbetwistbaar punt van levenswijsheid zijne vijanden goed te kennen.

(Tweede Verslag van den Paalworm, 1861, blz. 9.)

Digitized by Google

De Commissie, benoemd in de Vergadering van 28 November 1885, geeft zich de eer, hierbij aan de Akademie een rapport uit te brengen omtrent het voorkomen en de levenswijze van Limnoria lignorum.

In afwijking van hetgeen in Commissies uit de Koninklijke Akademie regel is, werd dit rapport niet door den eerstondergeteekende, maar door een uit haar midden gekozen Secretaris opgesteld. In de eerste jaren van hare onderzoekingen was de Heer J. H. VAN 'T HOFF, mede-lid der Commissie, als haar Secretaris werkzaam. Toen deze zich in den aanvang van dit jaar door drukke bezigheden genoodzaakt zag voor het lidmaatschap der Commissie te bedanken, vond de Commissie den Heer HOEK bereid, het Secretariaat over te nemen en zich met de samenstelling van het eind rapport te belasten.

Amsterdam, 25 Juni 1892.

A. A. W. HUBRECHT.
G. VAN DIESEN.
N. T. MICHAËLIS.
C. K. HOFFMANN.
P. P. C. HOEK.

Digitized by Google

INHOUD

Digitized by Google

Digitized by Google

RAPPORT

Digitized by Google

HOOFDSTUK I.

Geschiedenis vóór 1886 en geographische verspreiding.

The areas inhabited by a given species are continuous with each other.

Heilprin.

In October 1797 bracht J. Rathke (1) *) in een vergadering van het Naturhistorie-Selskabet te Kopenhagen verslag uit over een met ondersteuning van het gezelschap ondernomen wetenschappelijke reis door zijn vaderland Scandinavië. Na van den paalworm melding gemaakt te hebben, ging hij aldus voort: In gezelschap van de paalwormen en van Nereïden vindt men bijna overal hier aan de kust een kleine soort van het geslacht Cymothoa Fabr., een diertje, dat door zijn ontzaggelijk aantal en doordien het hout zijn eenige voedsel is, naar het schijnt, een even groote, zoo niet nog grootere schade aanricht, als de paalworm, daar het, door zich onophoudelijk in het hout te werken, de palen zoo volkomen doet afbrokkelen, dat bolwerken samenstorten. Deze soort heeft een lijnvormig lichaam, halfrond, getande pooten, het rugschild ligt over het staartgedeelte vierkant schuin met twee aan het eind behaarde kleine roeipooten aan beide zijden van onderen: men zou het dus kunnen beschrijven als: „Lignorum corpore lineare semicylindrico; articulo ultimo plano tetragono, stylis caudae duobus apice pilosis".

De hierbij gevoegde eveneens zeer kennelijke afbeeldingen [(1) Tab. III. fig. 14. *a*, *b*, *c*, *d*,] laten geen twijfel bestaan, of het hier behandelde diertje is hetzelfde als hetgeen het onderwerp uitmaakt van dit rapport. In de verklaring van de afbeeldingen wordt het Cymothoa lignorum genoemd. De beschrijving is inderdaad een zeer volledige, vooral als men in aanmerking neemt, hoe onvolkomen de kennis der Schaaldieren toen nog was. Rathke ontdekte, dat deze diertjes spoedig stierven, wanneer men een stuk hout, waarin zij voorkwamen, in een bak met water goed trachtte te houden, dat zij echter vrij lang in leven bleven in hout, dat men op het droge bewaarde. Hij deelt mede, dat door hun vernieling, gevoegd bij die van

*) De cijfers achter de namen der auteurs verwijzen naar de achter het rapport geplaatste lijst.

F 1

Digitized by Google

den paalworm te Bergen in Noorwegen, een aan zee gebouwd huis ingestort is en dat men ze zoowel in Nordmoer als in Nordland op vele plaatsen aantreft. RATHKE bespreekt verder de moeielijkheid om een afdoenden maatregel tegen dezen vijand te nemen; hij raadt aan grootere vaartuigen met metalen platen te bedekken, kleinere af en toe uit het water te halen en te zuiveren van alle dorens en aangroei van andere organismen. Werken in zee moet men van steen maken; de eerste uitgaaf is wel grooter, maar men wint dat uit, door dat het onderhoud veel minder kostbaar is. In zijn verdere besprekingen behandelt hij echter niet alleen de Limnoria, maar tegelijkertijd den paalworm.

De mededeelingen van RATHKE waren in het Deensch geschreven en hebben niet spoedig een algemeene verspreiding gevonden. Dus werd de kleine indringer in 1811 op nieuw ondekt en wel door W. E. LEACH, een Engelschman. Hij was het, die eerst in een artikel in de Edinburgh Encyclopaedia (²), daarna in een opstel in de verhandelingen van de Linnean Society (³) en eindelijk in een artikel in de Dictionnaire des Sci. natur. (⁴), bij het ontwerpen van een splitsing van de gelede dieren in klassen, vele nieuwe geslachten invoerde, en een vereeniging van geslachten tot orden beproefde. Van hem ontving deze kleine Isopode den naam van Limnoria terebrans: terwijl de geslachtsnaam ook nu nog gebruikt wordt, heeft de soortsnaam voor den ouderen van RATHKE plaats moeten maken.

LEACH wees het nieuwe geslacht een plaats aan in de orde der Isopoda — onderklasse Edriophthalmia — en plaatste het in dezelfde groep als de geslachten Eurydice en Cymothoa. Terwijl LATREILLE en LAMARCK de Limnoria bleven beschouwen als een soort van het geslacht Cymothoa, vatte LEACH, en, zooals later wel gebleken is, terecht, haar op als tot een ander geslacht te behooren.

LEACH noemde het dier in hooge mate belangrijk, en deelde mede, dat hij de kennismaking te danken had aan zijnen vriend ROB. STEVENSON een civiel ingenieur, die het in het hout, dat bij het bouwen van den Bell-Bock vuurtoren voor steigers enz. dienst deed, had waargenomen. Het ondere houtwerk van deze steigers was op onrustbarende wijze door deze insecten aangetast; zij waren er tot op een diepte van twee Eng. duimen en meer ingedrongen en doorboorden het in alle richtingen.

In de nu volgende twintig jaar zijn de mededeelinggen en beschouwingen van LEACH in verschillende opstellen en verhandelingen overgenomen; de kennis van de door Limnoria aangerichte schade en van het dier zelf blijft echter vrij wel op de zelfde hoogte, tot in 1834 COLDSTREAM (⁵) als 't ware een supplement op de verhan-

Digitized by Google

delingen van LEACH openbaar maakte. Het kleine dier was intusschen op verschillende punten van de Engelsche kust waargenomen en had hier en daar ernstige schade aangericht en COLDSTREAM verwondert er zich daarom over, dat nog geen vollediger beschrijving van het dier bekend geworden is. Hij bepaalt zich zelf dan ook niet tot het geven van een beschrijving van het uitwendige voorkomen, maar voegt daar anatomische bijzonderheden en zulke die op de levenswijze van het dier betrekking hebben, aan toe. Een en ander geschiedt met groote nauwkeurigheid. Opmerkelijk is, dat COLDSTREAM zijn verwondering te kennen geeft over het feit, dat het dier, niettegenstaande zijn geheel andere levenswijze, in zijn samenstel en vooral ook in den bouw van zijn monddeelen en pooten zoo weinig afwijkt van andere dieren uit dezelfde groep. „We see that, by a very small alteration in structure, the organ is adapted to a purpose differing much from its usual appropriation in other animals". Wat de levenswijze aangaat, zoo deelt COLDSTREAM in de eerste plaats mede, dat het dier zich zoowel kruipende als zwemmende verplaatst, en in de tweede plaats dat het diertje leeft van het hout waarin het zich inboort. Dit is bij voorkeur hout aan de zeekust bevestigd; het is geen uitzondering, dat het zijn verblijf zoo hoog zoekt, dat het gedurende het grootste deel van de vierentwintig uur boven het oppervlak der zee vertoeft.

Ook de wijze, waarop de tunnels, waarin het dier leeft, gegraven worden, is door COLDSTREAM nauwkeurig waargenomen: voor een voorloopige orientatie zal men zijn verhandeling steeds met vrucht ter hand kunnen nemen. Dezelfde schrijver wijdt daarna een hoofdstuk aan de geschiedenis van de verwoestingen van de Limnoria aan de kusten van Groot-Brittanje. Behalve de Bell-Rock vuurtoren moesten vooral de volgende bouwwerken het ontgelden: een houten brug nabij Montrose, de deuren van de zeesluizen van het Crinan Kanaal, Trinity-Pier nabij Leith en het paalwerk langs den voet van een steenen bolwerk aan de zeekust tegenover Leith Fort. Bij gelegenheid van het bouwen der hoofden voor Leith werden verschillende middelen tegen de aanvallen van Limnoria overwogen en ook beproefd. Van deze was er geen dat zoo goed aan het doel beantwoordde als het bewormnagelen. Het verheugt den schrijver te kunnen mededeelen, dat, ofschoon toen [Februari 1834] bijna vier jaren verloopen waren sedert de eerste palen van den havendam te Leith werden ingeslagen, geen Limnoria er in geslaagd is kwartier te maken in een van de door de ijzeren nagels beschermde palen. Opmerkelijk is een der laatste beweringen van zijn opstel: de Limnoria is zeer algemeen aan de kust van Engeland en Schotland en

Digitized by Google

de Heer STEVENSON heeft hare verwoestingen gadegeslagen zoowel aan de kusten van Frankrijk *als van de Nederlanden.*

Ongeveer van denzelfden tijd [ofschoon een jaar later openbaar gemaakt] dagteekent een opstel van THOMPSON (6), waarin hij zoowel den paalworm als de Limnoria behandelt. Hij bespreekt meer in 't bijzonder de verspreiding van het kleine dier en kan zich niet vereenigen met de meening van hen, die gelooven, dat de L. oorspronkelijk geen Europeesch dier is maar uit Amerika overgekomen zou zijn. Hij houdt het er daarentegen voor, dat er geen grond is om aan te nemen, dat het dier buiten Europa voorkomt; voor hem is het dus een echt Engelsch dier; het komt overal aan de Engelsche kust voor en wordt bijv. niet alleen aan de oostelijke zijde, maar ook in het westelijk gedeelte van Groot-Brittanje [Belfast Bay enz.] aangetroffen. Opmerkelijk is het, dat ook boeien, die in de haven van Donaghadie [Graafschap Down] dienst deden, door Limnoria aangetast bleken te zijn. Te Leith, zegt THOMPSON, is de schade door Limnoria aangericht groot, Dundee is daarentegen vrij gebleven van dezen vernieler: kan de reden daarvan ook zijn, zoo vraagt hij, dat het water te D. betrekkelijk zoet is?

TEMPLETON (7) [1836] vermeldt het voorkomen van de Limnoria aan verschillende punten van de Iersche kust en MOORE (8) [1838] bespreekt de schade door het dier aangericht in de haven van Plymouth. Laatstgenoemde schrijver verdiept zich op nieuw in de vraag, of de Limnoria een aan de Engelsche kust inheemsch dier is en ook hij komt tot de gevolgtrekking, dat het diertje reeds lang aan de kust van de Britsche eilanden bestaan heeft — zijn zij ooit ingevoerd, zoo kan men het er nu toch gerust voor houden dat zij „have become entirely naturalized as British". MOORE onderzocht ook enkele van de in Plymouth haven geplaatste meerboeien en vond dat hun onderoppervlak — niettegenstaande zij niet langer dan 2 of 3 jaar in het water geweest waren — zoo weggevreten was, dat de wanden der boeien lek en deze vol water waren.

MOORE bespreekt ook de middelen, die tegen de vernieling van dit dier kunnen aangewend worden: iedere soort van hout met uitzondering van teakhout wordt door L. aangetast; waar dit laatste niet gebruikt kan worden, daar moet het hout gekoperd of bewormnageld worden en dit moet zoo ver naar beneden geschieden, dat de bekleeding tot zes Engelsche duimen onder den grond reikt. Vergiftige stoffen zooals KYAN's patent oplossing beloven van groot nut te zullen zijn en MOORE heeft daarmede behandeld hout aan proefneming onderworpen.

In een volgend artikel (9) van het zelfde jaar deelt hij mede, dat

Digitized by Google

de kyaniseering de vernieling misschien eenigszins vertraagde, in geen geval tegenhield: reeds na betrekkelijk korten tijd begint het zeewater de oplossingen van giftige stoffen aan het oppervlak uit te loogen en onmiddelijk is Limnoria dan bereid haar vernieling aan te vangen.

Een klein opstel van THOMPSON van 1847 ([12]) is vooral daarom belangrijk, omdat hier voor het eerst melding gemaakt wordt van de samenwerking van Limnoria met een ander klein Schaaldier: de Chelura terebrans, Philippi. Terwijl Limnoria een Isopode is, is Chelura een Amphipode, in vele opzichten stemt echter de levenswijze van het eene dier met die van het andere overeen en samen komen zij bijv. voor in een stuk hout van den Kingstown Pier, Dublin baai. Zooals wij zagen is de Limnoria eigenlijk reeds sedert het eind van de vorige eeuw bekend; de Chelura terebrans daarentegen is eerst in 1839 opgemerkt geworden. Chelura is grooter dan Limnoria, heeft in den regel dus wijdere gangen; men handelt echter verkeerd, als men alleen op de maat der gangen afgaande — zonder de dieren dus zelf gezien te hebben — tot de al- of niet-tegenwoordigheid van een van beide zou besluiten. In een stuk hout van Ardrossan vond THOMPSON de verhouding n. l. juist omgekeerd: de Chelura's waren kleiner en hadden een geringere breedte dan de Limnoria's — de grootste holten werden dus door laatstgenoemden bewoond. Chelura blijft evenals Limnoria dagen lang in het leven in een stuk hout „op het droge". THOMPSON vond, dat ze ongeveer 90 uur buiten hun gewone element in het leven bleven: evenals Limnoria kan ook Chelura dus zulk hout vernielen, dat gedurende ebtijd droog komt.

Een reeks van Engelsche schrijvers vermeldden daarna het voorkomen van Limnoria voor tal van punten aan de kust van Groot-Brittanje. „It appears to be very general all round our coast" is de verklaring, die SPENCE BATE en WESTWOOD ([20]) in 1868 afleggen. Voor de historie van ons onderwerp zijn de meeste dier geschriften echter niet zeer belangrijk. Uitzondering hierop maken de trouwens weinig uitvoerige opstellen van DAVID STEVENSON ([18]). Hij herinnert aan een artikel van THOMAS STEVENSON in de Encyclopaedia Britannica [getiteld „Harbours"], waarin deze aantoont, dat teakhout, Afrikaansch eikenhout, Engelsch en Amerikaansch eikenhout, mahony-hout, beuken-, esschen-, olmen- en de verschillende soorten van dennenhout alle, het eene wat vroeger dan het andere, een prooi worden van de Limnoria's. Alleen groenhart-eiken bleek tegen de aanvallen van het diertje bestand te zijn. Ook hout op de door KYAN en ander op de door PAYNE voorgeschreven wijze behandeld

Digitized by Google

weerstond de aanvallen niet. Volgens Stevenson bestaat de behandeling van Kyan in een inpersing of inspuiting [injection] met bijtend kwik [sublimaat], terwijl Payne met een proto-sulfaat van ijzer [zwavelzuur ijzeroxydule] werkte. Hout door den laatste behandeld was na tien maanden geheel verwoest; hout door Kyan geprepareerd was na twee jaar en vier maanden aangetast en na vier jaar en zeven maanden geheel vernield. Stevenson bestrijdt vervolgens de meening, dat behoorlijk gecreosoteerd hout de aanvallen van elken worm en elk insect zou kunnen doorstaan en geeft verschillende gevallen op waaruit blijkt, dat met zorg uitgekozen, op maat afgezaagd en daarna „thoroughly" gecreosoteerd hout, na betrekkelijk korten tijd in het water geplaatst te zijn geweest, toch door Limnoria was aangetast.

Voor een der gevallen wordt ook de aangewende hoeveelheid creosoot medegedeeld: deze was 10 Engelsche ponden per kubieke voet (bijna 160 liter per M^3). Stevenson zegt vervolgens, dat hij den indruk heeft gekregen, dat het creosoteeren het hout slechts zoo lang beschermt tegen de aanvallen van zee-insecten als de olie in den vorm van een „film" of van een laagje aan de buitenzijde van het hout wordt aangetroffen. Zoodra de door den golfslag veroorzaakte afslijting dit buitenste laagje verwijderd heeft en dus het vezelig buiten-oppervlak van het hout heeft blootgelegd, begint het insect aan te vallen en te doorboren, hetzij het hout gecreosoteerd is of niet. Hoelang het zal duren vóór een dergelijk diertje begint aan te vallen, hangt ook eenigszins van de plaats af. Waar het water rustiger en de afwrijvende werking van de zee dus geringer is, daar kan het buitenhuidje creosoot langer standhouden enz.

Tot deze gevolgtrekkingen kwam D. Stevenson in 1862. In 1873 ([27]) komt hij nu terug op het gunstige getuigenis, dat hij in 1862 omtrent het z. g. groenhart hout had afgelegd. Groenhart werd voor het eerst voor steigerwerk gebruikt te Wick en nadat het daar van twee tot vier jaar dienst gedaan had, verkreeg Stevenson er volkomen zekerheid van, dat de Limnoria dat hout wel degelijk aantastte: het geheele oppervlak van de laagwaterlijn tot op den grond bleek aangetast en ook de hoop, dat men hier met een op zich zelf staand geval te doen had, moest prijs gegeven worden toen het bleek, dat groenhartpalen van een stoombootenhoofd te Salen [in de Sound of Mull] eveneens door Limnoria geteisterd werden. Deze resultaten zijn in tegenspraak met de ervaring aan de Bell-Rock opgedaan, waar het groenhart nog nagenoeg gaaf was, na 19 jaar aan de aanvallen van Limnoria bloot gestaan te hebben. Stevenson acht het mogelijk, dat de reden van dit verschil schuilt in

Digitized by Google

een verschil in qualiteit van het groenharthout, met name in een verschillend gehalte aan een met zwavelzuur „bebeerine" overeenkomende stof, die door een buitengewoon bitteren smaak gekenmerkt wordt en op dezelfde wijze als uit de bast, ook uit het hout van den groenhartboom uitgetrokken kan worden. Het nu (1873) ingevoerde groenharthout is wellicht eenigszins ontaard, evenals het z. g. „Crown Memel" nu niet meer zoo uitstekend te verkrijgen is, als dit vroeger het geval was.

Stappen wij van Engeland af en begeven wij ons naar de overzijde van het kanaal. Frankrijk mist de uitstekende monographiën op faunistisch gebied, die in de Engelsche literatuur worden aangetroffen en dit hangt nauw samen met het feit, dat aan de Fransche kust nog aan geen plaatselijke faunistische onderzoekingen gedacht werd, toen de Engelschen het daarin reeds tot op een aanzienlijke hoogte gebracht hadden. In 1840 besprak MILNE-EDWARDS (11) in het derde deel van zijn uitstekend werk over de Schaaldieren ook de „Limnorie perforante" [blz. 145] en vermeldt daarbij, dat het groote verwoestingen op verschillende punten van de kust van Groot-Brittanje heeft aangericht; „mais on n'a pas encore signalé la présence de cet animal destructeur sur nos côtes". Eerst in 1863 heeft HESSE (23) de Limnoria aan de Fransche kust en wel nabij Brest waargenomen; hij onderscheidt twee soorten, L. terebrans en xylophaga en zegt hiervan, dat de eerste veel algemeener is dan de laatste. Beide hebben volgens hem volkomen dezelfde zeden en gewoonten. Lang heeft HESSE — zoo zegt hij — dan ook in de meening verkeerd, dat zij tot dezelfde soort behoorden. Later vond hij uit, dat er verschillen bestonden en is hij er dan ook toe overgegaan de eene als een nieuwe soort [Limnoria xylophaga] te beschouwen. Die verschillen zijn zelfs zeer groot, wat niet verwonderen kan, als wij bedenken, dat hij met het nieuwe dier niet met een Limnoria maar met Chelura (een Amphipode Crustacee) te doen heeft gehad.

Voor de geschiedenis van het onderwerp is het opstel van HESSE dan ook alleen in zooverre van eenig gewicht, als blijkbaar door zijn schuld een ander schrijver over Limnoria op een dwaalspoor is gekomen. Dit is CLAVENAD uit Cherbourg (33). Zijn opstel moet dus voor de natuurlijke historie van het dier, dat ons bezighoudt met buitengewone omzichtigheid geraadpleegd worden, daar hij de kleine Isopode voortdurend verwart met de kleine Amphipode [Chelura terebrans], die wij reeds uit een opstel van THOMPSON (12) leerden kennen. Die verwarring gaat zoover, dat men eigenlijk nooit zeggen kan, of de schrijver, die meer uitvoerige onderzoekingen over het dier beschouwt als „probablement inutiles

pour l'Ingénieur" het eene of het andere dier meer in 't bijzonder nagegaan heeft. Daar de aan het opstel over Limnoria toegevoegde afbeeldingen juist op Chelura betrekking hebben, zou zelfs de vraag gewettigd zijn, of CLAVENAD onze kleine Isopode heelemaal wel waargenomen had. Dit komt ons echter daarom niet waarschijnlijk voor, daar enkele eigenaardigheden van de beschrijving meer in 't bijzonder op Limnoria schijnen te slaan en daar door ons in het begin van 1886 in stukken hout, die door den hoofdingenieur RENAUD uit Cherbourg waren overgezonden, zoowel het eene als het andere schaaldiertje werd aangetroffen. Nabij Wimereux (Nord) werd Limnoria zoowel door GIARD ([41]) als door een zijner leerlingen, CANU ([44]), bij herhaling en in niet geringe hoeveelheden waargenomen.

Wij kunnen hiermede de Fransche kust, waar Limnoria vermoedelijk niet minder zeldzaam is dan aan de Engelsche, gevoeglijk vaarwel zeggen; begeven wij ons noordwaarts, zoo kunnen wij de Belgische en Nederlandsche kust, zoowel als die langs de z. g. Duitsche bocht met stilzwijgen voorbij gaan: nergens, voor zooverre wij hebben kunnen vaststellen is het kleine dier vóór 1886 waargenomen. Dat het gevaarlijk zou zijn hieruit een gevolgtrekking te maken, leert de aan onze eigen kust opgedane ondervinding. Ook op de lijst van de nabij Helgoland voorkomende dieren, die DALLA TORRE ([45]) samenstelde en op welke METZGER ([47]) een supplement gereed maakte, ontbreekt de Limnoria. Dit strookt niet met eene mededeeling van SEMPER ([36]) blz. 155 en 156, die gewaagt van de hem „von Helgoland und andern Orten her wohlbekannte Limnoria".

Er is echter een reden om aan te nemen, dat SEMPER's mededeeling in deze geen groot vertrouwen verdient. En wel de omstandigheid, dat hij beweert „dass dieselbe Krebsart [Limnoria] auch sehr feste Kalksteine in derselben Weise angreift; der Stein, von welchem in dem beigegebenen Holzschnitt ein kleiner Abschnitt gezeichnet wurde, ist von mir an der Küste von Irland aufgelesen unter Tausenden kleinerer und grösserer, welche in derselben Weise durch Myriaden des kleinen Bohrkrebses durchbohrt waren. Leider war es mir nicht möglich, die Thiere damals genauer zu untersuchen" enz. Wij achten het nagenoeg zeker, dat hier een vergissing in het spel is SEMPER schrijft deze bijzonderheid uit zijn geheugen op; het is zeer goed mogelijk, dat een andere kleine Isopode, die op de steenen werd aangetroffen [Jaera albifrons bijv.] door hem voor Limnoria werd gehouden. De Engelsche zoologen hebben de kleine Limnoria zoo goed en zoo bij herhaling bestudeerd, dat we reeds daarom niet zouden kunnen aannemen, dat het onopgemerkt zou zijn gebleven, als duizende steenen door L. aangetast aan het strand van Ierland

Digitized by Google

te vinden waren. De afbeeldingen van aangetast hout [l. c. fig. 83] en van aangetasten kalksteen [fig. 84], die in SEMPERS's boek voorkomen, zijn bovendien zoo weinig karakteristiek, dat zij voor zijn bewering, dat de aantasting door Limnoria geschied zou zijn, geen gewicht in de schaal werpen. Zonder dus in twijfel te trekken, dat Limnoria aan de Duitsche kust en ook wel nabij Helgoland zal voorkomen, blijkt noch uit de literatuur, noch uit over dit punt per brief ingewonnen inlichtingen *), dat de aanwezigheid van het diertje tot nog toe in de z. g. Duitsche bocht geconstateerd zou zijn.

Daarentegen beschikken wij over meerdere aanteekeningen uit welke blijkt, dat Limnoria aan de kust van Denemarken, met name aan de Oostzee-zijde, lang niet zeldzaam is. Zoo te Arösund bij Hadersleben en bij Kiel [aut. Möbius ([26])], bij Samsö [aut. Steenstrup en Lütken ([17])], bij Göteborg [aut. Malm ([19])], aan de kust van Denemarken in 't algemeen [aut. Meinert ([30])]. Noordelijker werd het dier reeds door RATHKE ([1]) waargenomen en vinden wij het eveneens opgenomen op de door G. O. SARS ([39]) voor Noorwegen samengestelde lijst van Crustaceen. Laatgenoemde schrijver deelt niet mede, op welk punt der kust van dit deel van Scandinavië Limnoria werd aangetroffen: vermoedelijk meer in 't zuidelijk gedeelte. Het noordelijkste punt voor hetwelk het voorkomen vastgesteld werd, is in ieder geval nog Lerwick [Shetlandsche eilanden]. Hier werd het reeds in 1861 in een tusschen hoog- en laagwater geplaatst stuk hout door A. M. NORMAN ([24]) aangetroffen.

Wat nu de verspreiding van Limnoria in zuidelijke richting aangaat, zoo is het dier, voor zooverre wij hebben kunnen nagaan, reeds bij herhaling in de Adriatische Zee waargenomen. Zoo door HELLER ([21]), STALIO ([29]) en door STOSSICH ([34]). De eerste nam het kleine dier te Verbosca op het eiland Lesina waar „in drei Exemplaren in halb verkohlten Holzstücken". HELLER meent met een van L. lignorum verschillend dier te doen te hebben en geeft het den naam van L. uncinata. Het verschil in de inrichting van de achterste lichaamsaanhangselen, dat HELLER aanduidt, bestaat echter in werkelijkheid niet. Dat het diertje ook in de Middellandsche Zee zal voorkomen, komt ons in hooge mate waarschijnlijk voor.

Omtrent eene nog zuidelijker verspreiding wagen wij uit onbekendheid met vertrouwbare opgaven geen uitspraak te doen. In een opstel in „The Engineer" (Vol. LXVII, N⁰. 1728 van 8 Februari 1889)

*) De heer S. A. POPPE te Vegesack [nabij Bremen] is de eenige, die ons medegedeelt zich te herinneren Limnoria „in den 70er Jahren" te Bremerhaven gezien te hebben, en wel in een dukdalf, die door ijsgang omgeworpen was.

Digitized by Google

komt een artikel voor van R. H. HAMMERSLAY HEENEN getiteld „The teredo and other timber pests", dat van door verschillende dieren in den mond van de Zwartkop-rivier en aan de Port-Elisabeth haven [Zuid Afrika] aangerichte schade gewag maakt, en waarin de schr. als zijn meening uitspreekt, dat de Limnoria ook aan het vernielingswerk deel neemt — of die bewering juist is, daarover kunnen wij moeielijk beslissen

Aan den overkant van den Atlantischen Oceaan, aan de oostkust van de Vereenigde Staten komt Limnoria voor van Florida tot de St. Lawrence Baai; de schrijver, die ons dit mededeelt en die een goede monographie over de Isopoden van New-England samenstelde [HARGER (35)], zegt daarbij, dat ditzelfde dier ook aan de westkust van de Vereenigde Staten, nabij San Francisco, dus aan de Stille Zuidzee, wordt aangetroffen.

Voegen wij ten slotte hier nog aan toe, dat Limnoria eveneens te Nieuw-Zeeland is waargenomen — ofschoon dan een andere soort van hetzelfde geslacht —, dan meenen wij daarmede aangetoond te hebben, dat we in deze kleine Isopode inderdaad te doen hebben met een dier met een buitengewoon uitgebreide verspreiding. Als Limnoria segnis beschrijft CHILTON (40) een kleine Isopode, die in de Lyttelton haven op Nieuw-Zeeland aangetroffen wordt.

Digitized by Google

HOOFDSTUK II.

LIMNORIA LIGNORUM VAN EEN ZOÖLOGISCH STANDPUNT BEZIEN.

„Des études très-longues et probablement inutiles pour l'ingénieur".

CLAVENAD.

Hoofdafdeeling [type]:	Gelede dieren.
Klasse:	Schaaldieren.
Orde:	Isopoden.
Familie:	Limnoriadae.
Geslacht:	Limnoria, LEACH.
Soort:	Limnoria lignorum, RATHKE.

Limnoria lignorum, RATHKE werd tot voor korten tijd algemeen beschouwd als te behooren tot de familie der Asellidae — dezelfde familie waartoe de nagenoeg even groote op dezelfde diepten levende, ofschoon niet in hout borende Jaera albifrons, MONT. gerekend wordt *). HARGER ([35]) was naar wij meenen de eerste, die voorstelde een afzonderlijke familie voor het geslacht Limnoria op te stellen, een maatregel, die ons verkieselijk voorkomt boven de door SARS ([39]) voorgestelde indeeling van het geslacht Limnoria in de familie der Sphaeromidae. In korte trekken zullen later de redenen medegedeeld worden, waarom wij aan de door HARGER voorgestelde indeeling de voorkeur geven — wij willen echter een beschrijving van het dier vooraf laten gaan.

§ 1. UITWENDIG VOORKOMEN, AANHANGSELEN.

De grootste exemplaren van Limnoria zijn ruim 4 m.m. lang. De lichaamsvorm is een uitgerekt eironde, in zooverre als hij naar voren iets smaller eindigt dan van achteren; de breedte is drie of nagenoeg driemaal op de lengte begrepen. De rugzijde is in dwarse richting vrij sterk gekromd, vooral in het midden van de lengte van het lichaam; naar achteren wordt die met de bolle zijde naar boven

*) Zoo bijvoorbeeld in de *Grundzüge der Zoologie* von C. CLAUS. Vierte Auflage. 1880.

gekeerde kromming geringer en zij ontbreekt aan het laatste achterlijfs-segment (Fig. 1 bij 6). Dit laatste segment helt buikwaarts van de lijn, waarmede het met het voorlaatste segment samenhangt, naar den vrijen achterrand Aan de buikzijde is het oppervlak min of meer hol: de holte wordt aan de zijden door de omgebogen randen der lichaams-segmenten en naar achteren door den schuinen stand van het laatste achterlijfs-segment omsloten. In het voorste gedeelte van deze holte herbergen de vrouwelijke dieren de zich ontwikkelende eieren en jongen.

Evenals de vertegenwoordigers van sommige andere families van Isopoden die kunst volkomen verstaan [Sphaeromidae onder de zee-, Armadillidae onder de land-Isopoden], vermogen de Limnoria's hun lichaam gedeeltelijk op te rollen, waardoor de voorrand van den kop en de achterrand van het achterlijf nagenoeg tegen elkander aan komen te liggen. Zij voeren deze beweging gewoonlijk aanstonds uit, als zij uit de holte van het hout, waarin zij verscholen zitten, voor den dag gehaald worden. Werpt men de levende dieren in alkohol, dan krommen zij zich aanvankelijk in sterke mate; gewoonlijk strekken de segmenten zich echter wêer, voor zij onder den invloed van den alcohol geheel verstijven.

Beziet men het lichaam van Limnoria met een vergrootglas, dan vallen u spoedig de segmenten op, uit welke het is samengesteld (Plaat I. Fig. 1). In het geheel zijn er 14 meer of minder volkomen ringvormige stukken of segmenten: het voorste is de kop [cephalon], in zooverre een zeer oneigenlijke ring, als hij naar voren toe afgesloten is. Te oordeelen naar de talrijke paren aanhangselen, die aan den kop zitten, is dit gedeelte van het lichaam oorspronkelijk uit talrijke segmenten samengesteld. Van boven gezien doet de kop zich voor als een ovaal, welks korte as in de richting van de lengte-as van het lichaam is geplaatst; van onderen heeft het kopsegment een grootere lengte en puilt het bovendien kegelvormig uit. Behalve van de aanhangselen, die afzonderlijk beschreven dienen te worden, is de kop voorzien van twee ver uit elkander staande vrij groote oogen, wier cornea uit niet zeer talrijke bolvormig boven het kopoppervlak uitstekende facetten is samengesteld. Van voren gezien maakt de kop den indruk van een gedeelte van een bol te zijn, die met een afgeplat achtervlak tegen het breedere eerste borstsegment aansluit.

De zeven op den kop volgende segmenten vormen den borst of het middellijf [thorax] (Fig. 1. I—VII). De voorste ring is bijna tweemaal zoolang als de andere, onderling nagenoeg in lengte overeenkomende, ringen. De verschillende ringen zijn onderling bewe-

Digitized by Google

gelijk, hangen met weekere strooken samen en zijn ten opzichte van elkander zoo geplaatst, dat de achterrand van eenig segment over den voorrand van het daarop volgende heen ligt. De vorm der afzonderlijke ringen, evenals kleine verschillen in lengte, zijn uit de figuren [Fig. 1 en Fig. 29] op te maken. Van het tweede borstsegment af aan hangt zijdelings met elken ring een daarvan door een lijn of geleding gescheiden zijplaat samen, die [Pl. III fig. 19] van af het 4de segment naar achteren spits uitloopt.

Het achterlijf [abdomen] bestaat uit vijf duidelijke ringen en de staartplaat [telson]. Deze ringen zijn een weinig [smaller] korter dan die van den thorax, behalve de 5de, die in het midden ongeveer tweemaal zoolang [breed] is als de voorafgaande. De achterrand van dezen vijfden ring vormt daar, waar hij met de staartplaat articuleert, twee inspringende hoeken. De voorrand van het telson wordt omvat door den achterrand van den vijfden ring; de vrije achterrand van het telson heeft een vrij wel zuiver afgerond beloop.

De aanhangselen van den kop zijn de sprieten en de monddeelen; die van de borst de ware pooten of z. g. pereiopoden en bij de wijfjes de broedplaten; die van het achterlijf de z. g. pleopoden, die zoowel als zwempooten als als ademhalingsorganen dienst doen en eindelijk de z. g. uropoden, die aan de staartplaat of het telson bevestigd zijn.

Voor aan den kop zitten de z. g. sprieten of antennen. Zij zijn ten getale van vier aanwezig: de binnenste twee [fig. 5] zijn de voorste of die van het eerste paar, de buitenste de achterste of die van het tweede paar. Die van het eerste paar zijn dikker maar korter dan die van het tweede paar. De eerste bestaan uit drie duidelijke leedjes [Fig. 5, *a. b. c.*], waarvan het derde de vorige een weinig in lengte overtreft en een stompje draagt op de plaats, waar bij naverwante dieren een zweep of geessel wordt aangetroffen. Aan het uiteinde van dit stompje zijn talrijke zintuigharen ingeplant en bovendien aan de eene zijde een zeer onvolkomen tweede geessellid [Fig. 5']. Aan het uiteinde van dit laatste leedje zijn behalve enkele gevederde haren eveneens dergelijke zintuigharen ingeplant. Deze eigenaardige zintuigharen zijn vlak of plat, betrekkelijk lang en eindigen naar boven open: een klein propje plasma [Fig. 5''] schijnt de opening van boven af te sluiten. Deze haren ontbreken aan de sprieten van het tweede paar; er kan geen twijfel omtrent bestaan, of zij behooren tot dezelfde groep van aanhangselen, die door Leydig (32) als „Riechzapfen" worden opgevat. Hun betrekkelijk sterke ontwikkeling, even als die van den geheelen voor-

sten voeler, getuigt in ieder geval gunstig voor de fijnheid der zintuigelijke waarneming dezer kleine dieren. De talrijkheid dier haren laat zich goed verklaren, wanneer men met de rudimentaire zweep van Limnoria die van Sphaeroma b. v. vergelijkt: bij dit geslacht draagt elk van de tien leedjes van de zweep een tweetal dezer zintuigharen. Terwijl nu bij Limnoria de afzonderlijke leedjes verloren gingen, kwamen de talrijke zintuigharen samen op het rudimentaire zweeplid te zitten.

Zeer opmerkelijk is aan het oppervlak dezer voorste sprieten de sterke ontwikkeling der aan hun vrijen rand met fijne stekeltjes gewapende schubben [Fig. 5'''], die ook overigens het lichaam en het naar buiten gekeerde oppervlak der pooten bekleeden. De levenswijze dezer dieren in aanmerking nemende, moet men het er wel voor houden, dat deze schubben, die aan het oppervlak een zekere ruigte verleenen, een rol spelen bij het zich vastklemmen en bij het vasthouden der kleine dieren aan het oppervlak van het hout. Voor zooverre bekend komen dergelijke schubben onder de Isopoden alleen voor bij enkele land-Isopoden met name bij Porcellio scaber, waar zij echter meer de beteekenis van ronde stompe knobbeltjes schijnen te bezitten.

De achterste [buitenste] sprieten bestaan uit vijf leedjes en een zweep [geessel], die uit één volkomen en drie of vier onvolkomen te onderscheiden leedjes is samengesteld. Voor de grootte dezer leedjes, voor de beharing enz. verwijzen wij naar de figuur 6 op Plaat I. Aan het oppervlak zijn eveneens schubben aanwezig, deze zijn echter veel minder duidelijk dan bij de sprieten van het eerste paar. De haren dezer sprieten zijn gewone borstels.

Tusschen de sprieten en den mond met de hem omgevende monddeelen bevindt zich eene sterk verdikte chitine-lijst, die overeenkomt met wat men bij andere Isopoden het metepistoom [voormondlijst] genoemd heeft. De vorm van deze lijst blijkt het best uit de figuur 7 waarop zij met *mp* is aangeduid. Van onderen bezien springt deze lijst aanzienlijk vooruit, wat daarmede samenhangt, dat de sprieten in een groeve achter deze lijst ingeplant zijn [Fig. 3 en Fig. 7]. Op overlangsche doorsnede van den kop blijkt zij langrond, in het midden het dikste en aan de zijden dunner te zijn. In Fig. 7' is deze voormondlijst geteekend zooals zij zich van binnen bezien voordoet.

Vervaardigt men doorsneden van deze lijst, dan treft men er bij sommige exemplaren in het midden een gedeelte in aan, dat een andere structuur vertoont. Dit gedeelte is dwars op de lengterichting van het dier geplaatst. Wellicht moet het als een versterking

Digitized by Google

van het metepistoom beschouwd worden. Figuur 32 op Plaat IV is geteekend naar een exemplaar, dat deze eigenaardigheid vertoonde. Het is mogelijk, dat dit oogenschijnlijk hardere gedeelte bij het wroeten in het hout aan het kleine dier goede diensten bewijst.

Het is met deze lijst, dat de sterk ontwikkelde bovenkaken articuleeren. Deze hebben, vergeleken met dezelfde deelen van Isopoden van andere families, een eenigszins abnormale gedaante: het zijn de werktuigjes bij uitnemendheid, die voor het knagen van het hout gebruikt worden en die dienovereenkomstig ingericht zijn. Hun vorm is langwerpig, ongeveer driemaal zoolang als breed, zonder het toegespitste vrije uiteinde mede te rekenen Aan het binnen- of achter-oppervlak [Plaat II, Fig. 8' en 9'] vertoont zich een vrij aanzienlijke groeve [*a*] voor de inplanting der spieren en tevens eene verdikking van het chitine [*b*], ter plaatse waar de zijrand aansluit tegen den rand van het z. g. metepistoom. Naar het vrije uiteinde heeft elke bovenkaak een kegelvormig toegespitste gedaante; de linker kaak [9 en 9'] is vrij regelmatig spits aan haar uiteinde, de rechter [8 en 8'] is als het ware afgeknot toegespitst; deze laatste wrijft met den bovenrand van het toegespitste uiteinde tegen den onderkant van het afgeplatte kegelvormige uiteinde van de linker kaak. Deze onderkant is als een ware rasp van tal van uiterst fijne en harde tandjes voorzien [fig. 9'']: houtvezelen met behulp der aanzienlijk versterkte kaakuiteinden gegrepen en afgerukt, worden tusschen de over elkander schuivende vlakjes der kaken tot uiterste fijnheid verdeeld. Van de bij andere Isopoden zoo talrijke tandjes, gevederde of gladde borstels enz., die nabij het vrije uiteinde van de bovenkaken ingeplant zijn, treffen wij bij Limnoria aan de linker kaak slechts een tweetal zeer kleine borstels — waarvan slechts een gevederd is — aan; aan de rechter kaak zitten er eenige meer, en zijn deze voor de helft wat langer en duidelijk gevederd. De naar buiten en naar voren gerichte rand der bovenkaken is van een uitwas voorzien, dat aan de linkerzijde een regelmatige driehoekige gedaante, aan de kaak van de rechter zijde een meer onregelmatigen knobbel-vorm heeft; aan de rechterzijde zit de goed ontwikkelde drieledige voeler onmiddelijk beneden dezen knobbel, terwijl ditzelfde voelertje aan de linkerzijde even lager ingeplant is. Deze knobbels of uitwassen sluiten in uitsnijdingen van den naar achteren gekeerden rand van het z. g. metepistoom [zie Fig. 7' *a*]. In de figuren 8, 8', 9 en 9' zijn deze knobbels met *c* aangeduid. Vermoedelijk staat deze knobbel in de plaats van het kauwgedeelte met zijne tanden aan de bovenkaken van andere Isopoden en moet het kegelvormig toegespitste gedeelte opgevat worden als het uitgegroeide

Digitized by Google

molare aanhangsel dierzelfde kaken bij de andere Isopoden. Het is trouwens ook mogelijk, dat HARGER's opvatting ([35]) de juiste is en dat het kauwgedeelte met zijne tanden en stekels vertegenwoordigd wordt door het toegespitste uiteinde van elke kaak; in dat geval zou het kleine uitwas, dat in de figuren der bovenkaken door *d* aangeduid is, het overblijfsel zijn van het molare aanhangsel dierzelfde kaken bij andere Isopoden.

Zoowel bij het vastgrijpen, als bij het fijn wrijven, werken met de bovenkaken de onderkaken [maxillen] van het eerste paar mede [Fig. 10 en 10']. Eigenaardige kamvormige borstels zitten naast verscheidene flauw gekromde doch betrekkelijk sterke stekels aan het uiteinde dier kaken. De vorm dezer kaken is langwerpig en haar oppervlak, vooral in de nabijheid van den naar buiten gekeerden rand, met talrijke groepen van kleine stekeltjes bezet. Zooals bij de Isopoden de regel is bestaat de eerste maxil behalve uit den grooteren buitentak [Lade, Fig. 10. *a*] uit een korteren en smalleren binnentak [Fig. 10. *b*]. Deze vertoont aan den top drie of vier fijn gevederde borstels en wordt gedragen door een smalle chitineuse strook. Het volgende paar kaken is dat der maxillen van het tweede paar. Een er van is in figuur 11 afgebeeld: zij zijn eveneens in de lengte uitgerekt, zijn echter zeer teêr. De eigenlijk gezegde kaak [*a*] is met niet zeer lange haren bezet en draagt twee langwerpig vierkante leedjes nabij haar vrije uiteinde: ook deze leedjes zijn aan hun uiteinde met haren bezet.

De z. g. kaakpooten of maxillipedes vormen het laatste paar monddeelen. Zij zijn slank en in 't algemeen gesproken niet krachtig gebouwd. Aan elken kaakpoot onderscheidt men een kortere buitenste lob, die aan den rand behaard is [Fig. 12. *a*] en een langere binnenlob. Deze laatste [Fig. 12. *b*] heeft een volkomen rechten binnenkant, aansluitende tegen dienzelfden kant van den daarnaast geplaatsten kaakpoot. Eigenaardig gebouwde haakjes [Fig. 12'] aan dien binnenkant ingeplant (Fig. 12. *c*) dienen hoogstwaarschijnlijk om de twee parige kaakpooten als een geheel te doen functioneeren. Aan het uiteinde van de binnenlob zitten talrijke vrij sterke stekeltjes, terwijl een uit vijf leedjes samengesteld voelertje zijdelings tegen die binnenlob aansluit [Fig. 12. *d*]. Vorm en beharing blijkt uit de teekening.

Met de beschrijving van de om den mond geplaatste deelen zijn wij niet gereed, zoolang niet ook van de z. g. boven- en onderlip melding gemaakt is. Hun plaatsing blijkt het best uit de schematische figuur 7 op Plaat I; *b o* is de boven-, *o n* de onderlip. Beide zijn aan den vrijen rand met talrijke haartjes bezet, de onderlip is

Digitized by Google

in het midden vrij diep ingesneden. De bovenlip bedekt de mondspleet en hangt van het „metepistoom" genoemde gedeelte naar beneden: de vrije niteinden der bovenkaken kunnen onder dit plaatje geschoven worden. Zooals bij een overlaugsche doorsnede blijkt gaat de wand van den slokdarm op den binnenwand van de bovenlip over. De onderlip is tusschen de maxillen van het eerste paar en den slokdarm geplaatst en heeft, dank de boven reeds genoemde aan den naar voren gekeerden rand geplaatste uitsnijding en het naar achteren gerichte aanhangsel, ongeveer de gedaante van een hart.

De geheele inrichting van mond en monddeelen overziende, moet de indruk wel deze zijn, dat zich alleen in den vorm van de bovenkaken een dieper ingrijpende wijziging openbaart, die met de eigenaardige leefwijze van Limnoria in het nauwste verband staat: overigens zijn de monddeelen vrij wel zonder beslist karakter. De uitgerekte gedaante van de kaakpooten moet in verband beschouwd worden met het boven reeds vermelde uitpuilen van den mondkegel.

Aan de borst onderscheiden wij de borstpooten — eigenlijke pooten — ten getale van zeven paar en bij de vrouwelijke dieren de z. g. broedlamellen. De pooten bestaan uit vijf leedjes en den aan het niteinde van het 5de leedje geplaatsten klauw. Die leedjes zijn onderling beweegelijk en het eerste lid [basos] is beweegelijk verbonden met de z. g. zijplaat [in fig. 19 op Plaat III met *a. b. c. d* aangeduid], die wij als deel van de den thorax samenstellende ringen leerden kennen. Eigenlijk vertegenwoordigt deze zijplaat [epimeron] een eerste of bovenste geleding van den poot [het door Milne Edwards „coxopodit" gedoopte leedje]: bij de Isopoden treedt zij echter niet meer als zoodanig op en aan het eerste thorax-segment is zij zelfs zoo innig met de rugplaat verbonden, dat men geen naad meer onderscheiden kan.

Een uitvoerige beschrijving dezer pootjes achten wij overbodig: alleen stippen wij kortelings aan wat het karakteristieke is voor elken poot. Tusschen die van de mannetjes en die van de wijfjes werden geen verschillen van eenige beteekenis waargenomen.

De pooten van het eerste paar [Fig. 13] zijn een weinig langer en sterker dan de volgende; vooral opmerkelijk is de wijze, waarop leedje 4 en 5 met elkander vergroeid zijn. Aan de drie laatste leedjes vormen eigenaardige knobbels een ware reeks van zaagtanden. Op de grens van lid 5 en klauw ontwaren wij een paar sterk ontwikkelde zijdelings gebaarde — als gevederde — stekels (Fig. 14).

De pootjes van het tweede paar zijn een weinig korter dan de eerste; knobbels minder talrijk — maar toch nog krachtig — op het 3de en 4de lid. Op het 5de lid zitten ook nog wel dergelijke

Digitized by Google

knobbeltjes — maar deze zijn veel minder ontwikkeld. Aan het uiteinde van het 3de lid valt een kegelvormige doren met toegespitste zijdorentjes zeer in het oog; een dergelijke doren — maar kleiner — zit aan het eind van leedje 4. Leedje 4 en 5 zijn minder innig vergroeid dan bij poot 1.

De pootjes van het 3de paar zijn met die van het 4de paar de kortste van alle, het aantal der aan deze pootjes gehechte knobbels is niet groot, zij zelf vallen echter door hun grootte op. Een of twee zitten er nabij het einde van leedje 2, twee op den naar binnen gekeerden rand van het 3de, twee op den overeenkomstigen rand van het 4de leedje, terwijl er op het vlak dier leedjes nog een paar knobbels meer zitten; een rij kleinere knobbels treft men op het 5de leedje aan. Een sterk ontwikkelde doren met zijdorentjes zit aan het eind van leedje 3, terwijl een kleinere zoodanige doren aan het eind van leedje 5 ingeplant is. Pootje 4 komt in de meeste punten met het vorige overeen [Fig. 15]. De knobbels zijn als aan den vorigen poot weinig talrijk aan den vrijen naar binnen gekeerden rand, vrij talrijk op het naar buiten gekeerde oppervlak van leedje 2 – 4. Leedje 5 is betrekkelijk lang en van leedje 4 duidelijk afgescheiden. Dit laatste draagt aan den naar binnen gekeerden rand nabij het uiteinde een van zijdorentjes voorzienen stekel. Die aan het uiteinde van leedje 3 gezeten is, is veel minder sterk ontwikkeld dan bij poot 3.

Poot 5 is een weinig langer dan poot 4, vooral doordat leedje 2 aanzienlijk langer is; ook leedje 4 is grooter. Op den naar binnen gekeerden rand der laatste leedjes heeft men weêr enkele knobbels en bovendien een duidelijke rij van knobbels op het 3de leedje langs de geleding met het 4de en op het 4de langs de geleding met het 5de. Twee van zijdorentjes voorziene stekels zitten nabij het uiteinde aan den naar buiten gekeerden rand van leedje 3.

De poot van het zesde paar vormt den overgang tot den 7den poot. Hij is een weinig langer dan 3 en 4, doch nog zoo lang niet als poot 7. De knobbels zijn veel minder ontwikkeld; daarentegen treffen wij van zijdorentjes voorziene stekels aan, ten getale van 4 aan het einde van leedje 3 en ten getale van 4 aan het eind van leedje 4. De laatste zijn langer dan die van leedje 3.

Poot N°. 7 eindelijk [Fig. 16] is de langste van alle en heeft dien overeenkomstig ook veel langere afzonderlijke leedjes. De knobbels ontbreken geheel op dezen poot; daarentegen draagt deze zoowel aan het eind van leedje 3, als van leedje 4, een geheele rij van bevederde borstels. Elk dier rijen telt er zeven. Bovendien zit er nog een achtste maar kortere dergelijke stekel aan den binnenrand nabij het uiteinde van leedje 3.

Digitized by Google

De bij de vrouwelijke exemplaren van Limnoria voorkomende broedbladen of broedlamellen leert men het beste kennen, wanneer men dwarse doorsneden door den thorax van een wijfje vervaardigt. Zij zitten aan de buikzijde, onmiddelijk naast, binnenwaarts van de pooten. Zij verschillen in grootte; die van het 3de en 4de borstsegment zijn de grootste, terwijl die van het 5de segment veel kleiner, niet half zoo groot als de vorige zijn. In enkele exemplaren schenen de broedlamellen van het 4de paar (van den 5den thoracaalring) geheel te ontbreken. Elke lamel heeft een ovale gedaante, is smaller daar waar zij aan het lichaam bevestigd is en breeder aan het vrije uiteinde; zij heeft een sterk gekromd oppervlak, waarvan de convexe zijde naar buiten gekeerd is: op die wijze omvatten de drie (of vier) paar broedlamellen samen de holte, waarin de eieren zich ontwikkelen. De vrije randen der broedlamellen zijn glad, onbehaard; de geheele lamel is naar de plaats van aanhechting toe een weinig steviger, aan het vrije uiteinde daarentegen opmerkelijk dun en teeder. De over elkander vallende randen der lamellen schijnen elkander vast te houden: hierover, zoowel als over de fijnere structuur der lamellen in de volgende paragraaf meer. Hier vermelden wij alleen nog, dat deze lamellen bij Limnoria aan de basis van poot 2—5 en niet zooals bij Asellus aan den voet van poot 1—4 ingeplant zijn.

Als uitwendige aanhangselen van de borst moeten hier ook nog de parige penes vermeld worden (Fig. 20 en Fig. 21 op Plaat III), die aan het buikoppervlak van het 7de borstsegment nabij de geleding met het voorste abdominaalsegment ingeplant zijn. In Fig. 21 is het vas deferens [v. d.] te zien, dat aan den top in een spleetvormige opening eindigt. Tusschen de bindweefselelementen in het inwendige dezer orgaantjes valt plaatselijk een sterke afscheiding van pigment te onderscheiden.

Wat eindelijk de aanhangselen van het achterlijf aangaat, zoo hebben wij aan elk der vijf eerste ringen een paar z. g. pleopoden, en aan het laatste schildvormige lid de z. g. uropoden. Elke pleopode bestaat uit een basaal leedje, waarmede het met het buikoppervlak articuleert, en twee aan het einde van dit basale leedje ingeplante lamellen: de meer naar binnen gekeerde lamel is langwerpig, heeft de gedaante van een rechthoek met afgeronde hoeken, terwijl het naar buiten gekeerde blad een zeer duidelijk afgeronden buiten-omtrek vertoont. Het draagt over dien geheelen buiten-omtrek talrijke lange zelve weder behaarde stekels of haren, terwijl de binnenlamel alleen aan zijn vrijen eindelingschen rand behaard is. Van de binnenzijde van het convexe rugoppervlak van de abdominale segmenten, gaan krachtig ontwikkelde spiermassa's convergeerend

Digitized by Google

naar de basale leedjes van het aan elk segment bevestigde paar pleopoden; van het basale leedje gaan spierbundels op elk der lamellen over: de pleopoden dienen zoowel voor de ademhaling, als voor de voortbeweging van het lichaam door het water

Bij de mannetjes draagt de binnenlamel van beide pleopoden van het 2de paar een lang aanhangsel (Fig. 17 op Pl. II), dat als stilet bekend staat en een rol schijnt te spelen bij het overbrengen van het sperma naar de geslachts-openingen der wijfjes.

Het 5de paar pleopoden draagt zoomin bij mannetjes als bij wijfjes haren aan den rand der lamellen; deze zijn zelve veel kleiner dan aan de vorige pleopoden. De buitenste lamel verschilt in grootte niet veel van de binnenste; deze laatste is eerder langrond, dan rechthoekig met afgeronde hoeken te noemen.

Aan beide zijden nabij den buitenrand van het laatste achterlijfssegment [telson], aan de buikzijde kort bij de plaats, waar dit segment aan het voorlaatste aansluit, zit een z. g. uropode [Pl. II Fig. 18]. Deze is krachtig ontwikkeld en bestaat uit een basaallid, dat aan den buitenrand behalve talrijke haren een reeks van sterke zaagtanden en een met het leedje articuleerende kromme haak of klauw draagt. Tusschen dezen haak en het aan het uiteinde van het leedje ingeplante tweede lid, vormt de rand een sterken driehoekigen tand. Het eindleedje is langwerpig en draagt een knif van een stuk of zeven langere en eenige kortere dunne haren aan zijn uiteinde, enkele langere haren aan den naar buiten gekeerden, en tal van kortere haartjes aan den naar binnen gekeerden rand.

§ 2. Eigenaardigheden van den anatomischen bouw.

Limnoria lignorum leent zich niet bijzonder goed tot fijner anatomisch onderzoek Het diertje is te klein om met goed gevolg met mes, naald en pincet ontleed te worden; de chitine bekleeding is hard en broos en verzet zich dientengevolge tegen een stelselmatig verdeelen van het lichaam in een opeenvolgende reeks van doorsneden; de huid is volkomen ondoorschijnend: het plaatsen onder het mikroscoop van het liehaampje in zijn geheel leidt dus ook tot geen resultaat.

Een eenigszins nauwkeurige kennis van het dier en zijn levenswijze, zooals door het Limnoria-onderzoek beoogd werd, kon echter niet gezegd worden verkregen te zijn, zoolang niet ook het inwendige maaksel althans op die onderdeelen onderzocht was, die met de eigenaardige levenswijze van het kleine dier in het nauwste verband stonden. Hetgeen hier volgt moet dus niet als een poging

Digitized by Google

beschouwd worden, om een anatomische beschrijving van het dier te geven, maar alleen als een bespreking van de voornaamste op den anatomischen bouw betrekking hebbende eigenaardigheden.

Wat in de eerste plaats de huid aangaat, zoo werd bij de beschrijving der sprieten reeds melding gemaakt van de eigenaardige behaarde schubben, die hun oppervlak bekleeden. Diezelfde schubvorming neemt men nu, ofschoon dan minder in het oog loopend, op de geheele oppervlakte van den rug waar, met dien verstande, dat de schubben naar den achterrand van elk segment onduidelijker worden, terwijl dan een sterkere ontwikkeling van haren of dunne stekels daarvoor in de plaats komt [Plaat III. Fig. 22]. In 't algemeen genomen is op het oppervlak het karakter der schubjes eenigszins anders geworden: het zijn meer dubbel omlijnde lijstjes of riggeltjes geworden, die aan hun uiteinde haren dragen. Niet overal kan men ze even gemakkelijk onderscheiden, daar het geheele oppervlak met allerhande onzuiverheden bedekt is, waar tusschen ook Infusoriën met lange steelen ingeplant zitten. Op het kopoppervlak werden deze schubjes niet waargenomen en eveneens ontbreken zij op het telson. Dit laatste lichaamsdeel is daarentegen over zijn geheele oppervlak met korte maar vrij stevige stekeltjes bezet; aan den vrijen achterrand vormen de stekels een zeer regelmatige uitmonstering: telkens eenige groepen van kortere haren en dan weer een langer haar. De vrije [naar onder en naar achter gekeerde] randen der epimeren of exopoditen zijn eveneens met lange haren bezet: aan het tweede borstsegment zijn deze korter, naar achter toe worden zij allengs langer. Deze haren zijn fijn bevederd en tusschen de baardjes hebben zich veel fijne slikdeeltjes gevestigd, zoodat elk haar er als een pluimpje uitziet [Pl. III. Fig. 20]. De haren of fijne stekeltjes aan het eind der afzonderlijke segmenten en op het oppervlak van het telson ingeplant zijn daarentegen glad, met uitzondering alleen van diegene, die langer zijn en een enkele vertakking vertoonen [Fig. 22 bij a].

Zeer algemeen komt pigmentvorming voor in de chitinogene laag onder de chitinebekleeding. Zeer opmerkelijk zijn een paar vrij groote donker gekleurde kristallijn uitziende klompen op het voorlaatste achterlijfsegment en het laatste of telson [Zie Fig. 1. Plaat I]. Vaak zijn deze bijna zuiver symmetrisch aangebracht; hun kleur is groenachtig zwart, zij schijnen geen kalk te bevatten (bruisen niet op bij inwerking van azijnzuur). Zij zitten op het buiten-oppervlak en hangen weinig innig met het chitine samen, zoodat men er in slaagt ze te isoleeren, zonder het chitine te beschadigen. Zit de kleine Limnoria in haar gang verscholen, dan zijn het de donkere punten

Digitized by Google

nabij het staarteinde, die het eerst de aanwezigheid van het diertje verraden. De uitmonstering, die het telson door deze aanhangselen verkrijgt, is dikwijls eene zoo regelmatige, zie bijv. figuur 1, alsof die vlekken een rol moesten spelen, b. v. waar het het eene dier te doen zou zijn een exemplaar van de andere sexe te ontmoeten. Niet altijd echter is hunne plaatsing een zoo regelmatige: in figuur 23 van plaat III is een gedeelte van een telson afgebeeld, dat met een zeer groot aantal van deze lichamen bezet is: het blijken bij nauwkeuriger onderzoek de gedeeltelijk bewoonde, maar zeer vaak verlaten, kapsels te zijn, die door Infusoriën van het geslacht Freya [Follieulina] op het chitinepanser vastgemaakt zijn. Wij meenen, dat Giard ([41]) het eerst de ware beteekenis van deze vlekken ontdekt en wereldkundig gemaakt heeft.

Wat het spierstelsel aangaat, zoo zou zeker in de eerste plaats de musculatuur van de monddeelen, met name van de bovenkaken een uitvoerige schildering verdienen. In 't algemeen stemt deze echter met wat voor andere Isopoden bekend geworden is overeen. Evenals bij Glyptonotus Sabini [volgens Weber ([42])] zijn de spierbundels, die te zamen de kauwspier van de bovenkaak samenstellen, aan den wand van den kop ingeplant. Terwijl deze spiermassa als een enkele spier in de naar binnen gekeerde holte van de bovenkaak is ingeplant, verbreidt zij zich in den kop tot een plaat, die zijdelings van den slokdarm gelegen is; van deze spierplaat begeven zich meerdere spierbundels — minstens drie — naar het oppervlak van den kop. De eveneens sterk ontwikkelde spieren van het eerste paar onderkaken zijn ingeplant op een peezige plaat, die innig met den wand van den slokdarm vergroeid is. Terwijl de spieren van de mandibels vrij sterk uiteenwijken (divergeeren), zijn die van de onderkaken van het eerste paar veel meer nabij het mediane vlak ingeplant. Verdeelt men den kop in een reeks van longitudinale doorsneden, dan kan men zich gemakkelijk omtrent deze bijzonderheid oriënteeren. De figuren 24 en 25 van Plaat III zijn aan een dergelijke reeks ontleend: fig. 24 is van een meer nabij het zijdelingsch oppervlak gelegen doorsnede, fig. 25 van een doorsnede meer nabij het middelvlak gelegen.

Zeer opmerkelijk is de spiermassa, die zich aan de buikzijde van het lichaam, zoover de thorax reikt, aan beide zijden van het centrale zenuwstelsel uitstrekt. Op overlangsche doorsneden kan men deze spiermassa het beste onderscheiden [Pl. III. Fig. 26]. Zij blijkt dan samengesteld te zijn uit afwisselende dichtere en minder dichte schijven. Bij sterke vergrooting [Fig. 27] onderscheidt men in beide zeer goed de overlangsche streping, die aanduidt, dat de geheele

Digitized by Google

spiermassa uit spiervezelen is opgebouwd. In de dichtere schijven onderscheidt men eveneens gemakkelijk, in de minder dichte gedeelten niet zoo gemakkelijk, de dwarse streping aan de spiervezelen der geleden dioren eigen. Zeer opmerkelijk is, dat deze spiermassa vooral bij jeugdige exemplaren in het oogvallend sterk ontwikkeld is en bij oudere, met name bij vrouwelijke exemplaren, die geslachtsrijp zijn, of embryonen in de broedholte herbergen, tot veel geringeren omvang teruggebracht is.

De functie dezer spiermassa is ongetwijfeld die van achterlijf en kop naar elkander toe te krommen, een functie, die, wat het achterlijf betreft, vooral bij het zwemmen in aanmerking komt. Onder de oudere wijfjes, die zich eenmaal een woonplaats gekozen hebben en zich daar aan de voortplanting wijden, schijnen er dus voor te komen, die zich niet meer, of althans veel minder verplaatsen: de ontwikkeling van de andere organen, met name van de eierstokken, gaat ook wellicht, althans gedeeltelijk, ten koste van de buikspiermassa's.

Het zenuwstelsel beantwoordt in zijn maaksel volkomen aan het type. De bovenslokdarmknoop [Pl. V. Fig. 38] is betrekkelijk groot en van sterk ontwikkelde gezichtslobben [Fig. 38 G.l.] voorzien. De bovenste lobben [Fig. 38 B.l.] dragen, naar het dak van den kop toegekeerd, sterk ontwikkelde aanzwellingen, die uitsluitend uit ganglienцellen opgebouwd zijn en vermoedelijk de z. g. reuklobben [lobi olfactorii] van andere Isopoden represeuteeren. De bovenste lobben ontwikkelen eveneens, naar voren toe, bijna volkomen uit gangliencellen bestaande mediane aanzwellingen. De uit de gezichtslob ontspringende gezichtszenuw [Fig. 38. G.z.] sluit zich ongeveer in het midden van den achterwand aan het oog aan. Een breede maar in de dikte weinig ontwikkelde commissuur vormt de verbinding met de onderslokdarm-ganglienmassa. Van de ganglien, die deze massa samenstellen — men neemt aan, dat het er vier zijn — is er geen geheel zelfstandig gebleven. In Fig. 28 op Pl. III is een overlangsche doorsnede van deze ganglien-massa weergegeven: het eerste ganglion — of wat men daarvoor zou kunnen houden — is weinig ontwikkeld, het tweede is langwerpig en sterker ontwikkeld, terwijl de van het tweede door een vrij langen steel gescheiden derde en vierde ganglien gekenmerkt worden door uitsluitend uit ganglioncellen opgebouwde aanzwellingen, die ventraalwaarts uitpuilen.

Deze ganglien-massa is met behulp van een vrij lange commissuur met het eerste der zeven thorax-ganglien verbonden. Dit eerste thorax-ganglion (Fig. 29. G.I) is aanzienlijk veel zwaarder dan de daarop volgende. Het ontwikkelt naar de buikzijde toe eene sterk,

Digitized by Google

en onmiddelijk daaraan aansluitend eene minder sterk, uitpuilende aanzwelling. Het tweede veel zwakkere ganglion (G. II) hangt nagenoeg zonder commissuur met het eerste samen; tusschen het tweede en derde bevindt zich een vrij lange commissnur; derde en vierde gaan bijna zonder commissuur in elkander over; de commissuur is wederom tamelijk lang tusschen den vierden en vijfden en tusschen den vijfden en zesden knoop. De laatste sluit wederom bijna onmiddelijk tegen den zevenden knoop aan.

In het abdomen onderscheiden wij een vereeniging van zenuwknoopen, die betrekkelijk sterk ontwikkeld mag heeten [Fig. 29. A.G.]. Vijf knoopen versmelten onderling: de eerste ligt in het eerste achterlijfs-segment, de vijfde in het vierde segment met zijn achterrand grenzende tegen de voorvlakte van het 5de segment. Naar de buikvlakte van het dier ontwikkelen de afzonderlijke ganglien aanzwellingen, die voor het grootste deel uit gangliencellen zijn samengesteld.

Wat zintuigen aangaat, zoo werd reeds van de zintuigharen, die aan het uiteinde van de sprieten van het eerste paar ingeplant zitter, melding gemaakt. Volgens LEYDIG ([32]), eveneens volgens BELLONCI *) en anderen, zijn dit zintuigjes voor den reuk. Van de gevederde haren, die men gewoon is als hoorharen te beschouwen, komen er zeer enkele aan de onderste leedjes van de buitenste sprieten voor. Zeer talrijk daarentegen zijn aan deze sprieten zoogenaamde tastharen; vermoedelijk behooren vele der haren, die op andere plaatsen van het lichaam en zijne aanhangselen bevestigd zijn, tot dezelfde categorie. Verder is het dier van een paar goed ontwikkelde oogen met een gefacetteerd oppervlak voorzien. Het aantal samenstellende oogjes [ommatidia] in ieder oog is niet groot (± 12), volgens GERSTAECKER ([37]) „nur etwa 10"; elk oogje is voorzien van een biconvexe cuticulaire lens en een nagenoeg kogelronden kristalkegel [Fig. 38. Pl. V]. Deze bestaat uit twee segmenten; de grenzen dier segmenten zijn niet altijd duidelijk; of het er inderdaad *steeds* twee zijn, zooals bij de meeste Isopoden het geval schijnt te zijn, blijkt niet duidelijk uit de doorsneden. De retinula van elk oogje is rondom besloten in een bekertje van pigment: uit hoeveel cellen elke retinula is samengesteld werd niet nader onderzocht; evenmin werd de samenstelling van het rhabdoom, het staafvormige lichaampje, dat men zeer goed in het midden van elke retinula kan waarnemen, nader nagegaan.

---

*) BELLONCI, G., Sistema nervoso etc. dello Sphaeroma serratum. Atti d. R. Accad. d. Lincei. X. 1881.

De spijsverterings-organen, die met de organen voor den bloedsomloop, de ademhaling en de excretie voor de voeding, voor het onderhoud van het lichaam dus, hebben te zorgen, bestaan uit het darmkanaal en de daarmede samenhangende sterk ontwikkelde klieren, de z. g. lever.

Het darmkanaal laat een slokdarm, een kauwmaag, een middel- en een einddarm onderscheiden. De slokdarm is vrij wel zuiver rolrond, tamelijk lang en wijd en volkomen recht [Plaat IV. fig. 29 *sl*]. Men onderscheidt gemakkelijk de cellen van de chitinogene laag en de dubbele contour, die de tegenwoordigheid van een dun chitinelaagje als binnenbekleeding verraadt: feitelijk is de slokdarm een directe voortzetting van den lichaamswand. Aan het oppervlak ontwikkelt de chitine-bekleeding hier en daar puntige knobbeltjes: een soort van tandjes. Op het oppervlak van deze puntig uitloopende knobbeltjes of tandjes zijn hier en daar fijne borstels met naar achteren gekeerde spitsen ingeplant. Kort voor den ingang van de maag vormen twee grootere uitsteeksels een soort van vernauwing, waarachter een eenigszins wijder gedeelte van den slokdarm volgt.

De slokdarm geeft toegang tot de z. g. kauwmaag, voor welke Ide [49] onlangs den naam van kneed-buidel [poche malaxatrice] heeft voorgesteld. Genoemde schrijver ging het samenstel van dit deel van het spijsverteringsorgaan bij de Amphipoden en de Isopoden met groote nauwkeurigheid na; nu heeft een goed geslaagde serie doorsneden ons in staat gesteld den bouw van dit orgaan met de beschrijving, die Ide er b. v. voor Asellus aquaticus van gaf, te vergelijken. Figuur 30 op Plaat IV is een schematische voorstelling van den kop van Limnoria in de houding, die dit dier aanneemt, als het, in alkohol gebracht zijnde, verstijft. De lijnen α — α, β — β enz. zijn evenwijdig aan elkander getrokken en geven de richting aan van de opeenvolgende doorsneden. Terwijl de romp door deze doorsneden vrij wel loodrecht op de lange as getroffen wordt, gaan ten gevolge van de naar onderen gebogen houding van den kop, de doorsneden door dit lichaamsdeel in schuine richting. Deze richting valt vrij nauwkeurig samen met de richting van den slokdarm. De verschillende verdikkingen en uitwassen van den binnenwand van de kauwmaag, die door Ide beschreven werden, laten zich goed onderscheiden. Indien de doorsneden in de aangeduide richting vervaardigd zijn en men van voren naar achteren voortgaat, ontmoet men eerst de meer naar voren en dorsaalwaarts geplaatste parige uitwassen *S'*. Dit zijn de z. g. voorste zijstukken [Fig. 31]. Zij zijn aan hun oppervlak van vrij sterk ontwikkelde tandjes en van haren voorzien.

Digitized by Google

Een weinig meer naar achteren, eveneens parig, vindt men meer ventraalwaarts de uitwassen *S''*, terwijl zich eindelijk van den bodem van de kneedmaag de ongepaarde uitwas *S'''* verheft. Laatstgenoemde vormt een soort van barrière tusschen den slokdarm en de kneedmaag: het voedsel kan alleen over deze heen in die maag aankomen. De figuren 31—37 van Plaat IV en V duiden aan hoe deze eigenaardige met chitine bekleede uitwassen zich in de verschillende, natuurlijk niet aanstonds op elkander volgende, doorsneden vertoonen. Zij mogen hier in de plaats treden van een meer uitvoerige beschrijving, die toch eerst belangrijk zou worden, wanneer men haar tot in bijzonderheden met die van dezelfde deelen bij andere Isopoden ging vergelijken. Vraagt men wat in de inrichting van de kneedmaag bij Limnoria vooral opmerkelijk is, dan schijnt ons in de eerste plaats de bewapening van de voorste zijstukken (*S'*) met tanden en met naar binnen gekeerde haren en borstels vermelding te verdienen. Ook is de vorm dier haren, zooals men die op het naar binnen gekeerde oppervlak van die voorste zijstukken aantreft, een zeer eigenaardige: zij zijn n. l. aan den top verbreed en daar onduidelijk gekerfd of getand en zij hebben een zeer aanzienlijke lengte. In figuur 31* zijn enkele dezer haren, afgebeeld. Puntig uitloopend en korter zijn daarentegen de haren, die op het meest dorsaalwaarts gekeerde oppervlak van het middelstuk [*S'''*. Zie Fig. 32] zijn ingeplant. Het geheele naar boven gekeerde oppervlak van dit middelstuk is verder met een aantal kleine uitpuilende knobbeltjes bezet [Fig. 33]; deze verleenen aan het geheel het karakter van een rasp en spelen waarschijnlijk bij het verdeelen der houtvezels een rol. Op de achterste zijstukken werden geen borstels waargenomen; daarentegen draagt het middelstuk [Fig. 36. *S'''*] ook meer naar onderen toe een kuif van uiterst fijne haren. Volgens Ide zitten er bij Asellus op dit stuk een aantal borstels.

De taak van deze verschillende deelen, die met den maagwand, waaraan zij bevestigd zijn, ten opzichte van elkander bewegelijk zijn, zal wel geen andere wezen, dan die van de door de kaken afgescheurde houtvezels over te nemen, voort te bewegen en nog verder te verdeelen: waar sterke tanden aan het oppervlak der uitwassen bevestigd zitten, zooals bij *S'*, zouden wij genegen zijn aan te nemen, dat die werking op een mechanisch grijpen, voortbewegen, wellicht op een gedeeltelijk verscheuren neêrkomt; waar eenvoudig verdikte chitine-stukjes of plaatjes tegen elkander aanschuren of wrijven, zooals tusschen *S''* en *S'''*, zou de werking meer met fijnwrijven vergeleken kunnen worden. Ide's meening, dat de hoofdfunctie van de kneedmaag in 't algemeen wel zijn zal, dat daarin de voed-

Digitized by Google

selpartikels met de de spijsvertering-bevorderende sappen in innige aanraking gebracht worden, komt ons zeer aannemelijk voor.

Die de spijsvertering bevorderende sappen worden geleverd door de omvangrijke klieren, die men gewoon is met den naam van lever te bestempelen. Vervaardigt men een dwarse doorsnede door de borstsegmenten, dan ontwaart men aanstonds de doorsneden van deze vier klierzakken. Gewoonlijk zijn diegene, die aan weêrszijden van den darm geplaatst zijn, dikker, op doorsnede grooter, dan diegene, die ventraalwaarts van den darm gelegen zijn — wij meenen echter opgemerkt te hebben, dat bij die exemplaren, bij welke de geslachtsklieren een zeer geringe ontwikkeling vertoonen, de omvang der leverzakken niet zoo groote verschillen vertoont. Ongeveer op de grens van kop en eerste borstsegment vereenigen de twee ter rechterzijde en de twee ter linkerzijde van den darm gelegen klierzakken zich elk tot één zak, en deze communiceert met een nauwe opening met het meest naar onderen (naar de buikzijde) en naar achteren gekeerde gedeelte van de kneedmaag. Op Plaat V is in Fig. 37 een afbeelding van een doorsnede van die maag weergegeven juist op de plaats, waar de rechter leverzak met haar communiceert. De kleine ruimte *az*, met welke de leverzak in directe verbinding staat, is door Ide „arrière-poche": achterbuidel gedoopt. Deze staat in open gemeenschap met het lumen van de kneedmaag. Daarentegen is in deze doorsneden dat lumen van de kneedmaag nog door een ringvormigen wand van het eigenlijk gezegde lumen van den middeldarm gescheiden. Iets dergelijks schijnt, volgens Ide, bij Idothea voor te komen: de kneedmaag zet zich dus als een rondom gesloten, naar achteren geopende koker nog een eind weegs in den middeldarm voort. De als lever aangeduide klierzakken strekken zich tot in het achterlijf van het kleine dier uit. Die twee zakken, die onmiddellijk naast den darm gelegen zijn, reiken in den regel verder naar achteren dan de twee, die meer onder den darm liggen, en zijn vaak nog in het derde, zelfs in het begin van het 4de achterlijfssegment te onderscheiden.

De wijdte van den middeldarm is bij verschillende exemplaren zeer verschillend en dit hangt natuurlijk in de eerste plaats af van het min of meer gevuld zijn van den darm met voedsel; vermoedelijk komen er, wat deze wijd e betreft, bovendien nog verschillen voor in verschillende perioden van het bestaan der kleine dieren. Een vrouwelijk exemplaar met embryonen in de broedholte, doch van volkomen onontwikkelde ovaria voorzien, had het middelste gedeelte van den middeldarm bijzonder nauw; dit gedeelte was volkomen leêg; in het laatste gedeelte werd eenig verteerd voedsel waargenomen

Digitized by Google

en dit gedeelte was dan ook weer aanzienlijk wijder. Wellicht is eenige invloed op die wijdte uitgeoefend door de inwerking der voor de fixatie enz. benoodigde reagentia — het gaat echter niet aan te vermoeden, dat de invloed dier inwerking in het eene gedeelte van den darm een geheel andere is geweest dan in het andere. Enkele maten mogen hier vermeld worden; bij het bovenbedoelde vrouwelijke exemplaar bedroeg:

De wijdte van den darm onmiddellijk achter de kneedmaag	0.4 × 0.25 m.m.
De wijdte van den darm in het midden van het 3de thorax-segment	0.25 × 0.12 „
De wijdte van den darm aan het eind van den thorax	0.28 × 0.2 „
De wijdte van den darm op de hoogte van het 2de achterlijfsegment	0.34 × 0.25 „
De wijdte van den darm even vóór de anaalspleet	0.2 × 0.1 „

Bij dit exemplaar had men een zeer sterke afzetting van anorganische stof in het bindweefsel. Bij een ander vrouwelijk exemplaar, dat eveneens embryonen in de broedholte herbergde, was de geheele middeldarm met voedsel gevuld en was de wijdte van dien middeldarm dan ook veel meer overal dezelfde. Bij dit exemplaar was zoo weinig anorganische stof in het bindweefsel afgezet, dat men deze moeielijk onderscheiden kon. Ook voor dit exemplaar willen wij hier eenige maten opnemen:

De wijdte van den darm onmiddellijk achter de kneedmaag.	bedroeg	0.4 × 0.23 m.m.
De wijdte van den darm in het midden van het 3de thorax-segment	„	0.38 × 0.2 „
De wijdte van den darm aan het eind van den thorax	„	0.3 × 0.17 „
De wijdte van den darm op de hoogte van het 2de achterlijfssegment	„	0.28 × 0.2 „
De wijdte van den darm even vóór de anaalspleet	„	0.2 × 0.18 „

De einddarm is door een kort en eenigszins ingesnoerd gedeelte van den middeldarm gescheiden; dit ingesnoerde gedeelte wordt door Ide als sphincter aangeduid. Bij Limnoria is het veel minder scherp afgescheiden, dan bij andere Isopoden het geval schijnt te zijn. Zeer duidelijk is echter de kringspierlaag, die dit gedeelte omgeeft. Het darm-epitheel ligt hier niet strak tegen de spierlaag aan, doch vormt onder den invloed van de zich samentrekkende kringspierlaag onregelmatige kronkelingen, met naar binnen uitpuilende plooien.

Digitized by Google

De anaalopening is een smalle en tamelijk lange spleet en wordt begrensd door twee verdikkingen van de chitinebekleeding, die hier een soort van klepjes vormen.

De histologische bouw van den wand van den darm, zoowel als die van de z. g. lever, schijnt niet te verschillen van de structuur dier organen bij de Isopoden in 't algemeen, zooals wij die uit de onderzoekingen van WEBER, FRENZEL ([43]), IDE en anderen kennen. Men is nu in de kennis van de fijnere structuur zoover doorgedrongen, dat alleen nog meer licht verwacht kan worden van onderzoekingen, die zeer in 't bijzonder, een zeer rijk materiaal vergelijkende, op dat doel gericht zijn.

De spijsbrij, die het darmkanaal van Limnoria soms over zijn geheele lengte vult, onderzoekende, vonden wij steeds, dat het hoofdbestanddeel daarvan houtvezelen, houtschilfertjes enz. waren. Het gelukte steeds tusschen die vezelen er enkele althans aan te treffen, die door de tegenwoordigheid van hofstippels op onmiskenbare wijze haar afkomst verrieden [Pl. V. Fig. 41] Of nu de houtvezelen het eenige voedsel zijn, dat Limnoria tot zich neemt, durven wij echter niet verklaren.

Met een enkel woord werd reeds melding gemaakt van de anorganische stof-massa, die althans bij sommige exemplaren van Limnoria in buitengewoon sterke mate optreedt. Men treft deze anorganische stof-massa's steeds op nagenoeg dezelfde plaats aan n. l. aan weêrszijden van het ruggevat in het bindweefsel, gelegen tusschen den wand van het lichaam aan de rugzijde (van boven) en de lever en de geslachtsklieren (van onderen). Zooals uit de afbeelding in fig. 1 blijkt, strekken deze massa's zich van het eind van het eerste thorax-segment tot in het voorlaatste achterlijfssegment uit. In de borstsegmenten II, III, IV ligt de massa van de eene zijde gewoonlijk vlak tegen die van de andere zijde aan, zoodat de overigens parige klompjes hier den indruk maken van met elkander te versmelten. Van het vijfde borstsegment af liggen zij zoo wijd uit elkander, dat het ruggevat er ruim tusschen in plaats vindt. Het achterste uiteinde ontwikkelt gewoonlijk zijdelings nog verder uit elkander reikende uitwassen. Het is een fijn korrelige massa, die in en tusschen de cellen van het bindweefsel ligt; onder het mikroskoop ontwaart men inderdaad in de gefixeerde en in doorsneden verdeelde massa geen andere structuur als die van uiterst fijne korreltjes. In verschen toestand is het een ondoorzichtige taai kleverige massa, die innig met het omringende bindweefsel samenhangt en zich dus niet gemakkelijk laat afzonderen. De afscheiding van deze stof komt in beide sexen voor; in oudere exemplaren is de massa in den regel

Digitized by Google

niet minder sterk vertegenwoordigd dan in jongere; vrouwelijke exemplaren met eieren in de broedholte vertoonen deze anorganische stof-massa's soms in zeer sterke ontwikkeling, soms was er nagenoeg geen spoor van terug te vinden. In een vrouwelijk dier welks eierstokken zoo sterk ontwikkeld waren, dat het op het punt scheen de eieren af te leggen, werd van deze massa nagenoeg niets aangetroffen. Dit kan echter ook toevallig geweest zijn. Het komt ons zeer waarschijnlijk voor, dat de stof-massa, die hier beschreven is, dezelfde is, als het eigenaardige orgaan, dat eerst door ZENKER ([14]) en later door LEIJDIG ([15]) en G. O. SARS ([22]) bij Asellus aquaticus waargenomen is en waaraan men, zooal niet de functie van nieren, dan toch het karakter van te bestaan uit bepaalde voor de voeding onnoodige stoffen, die uit het bloed afgescheiden zijn, heeft toegeschreven. Omtrent deze lichamen heeft WEBER in zijne onderzoekingen over Trichoniseiden ([38]) het een en ander medegedeeld. Hij beschouwt in navolging van LEYDIG het bindweefsel, waarin deze stof wordt afgescheiden als vetlichaam en kent het de eigenschap toe ureum zouten uit het bloed af te scheiden, buiten de circulatie te brengen en als klomp- of worst-vormige massa's als 't ware neêr te slaan. Dat het werkelijk ureum-zouten zijn, leidt WEBER af uit de reacties, welke die massa vertoont — of deze in alle opzichten overtuigend zijn, willen wij hier in het midden laten.

Voor de bloedsomloop-organen verdient in de eerste en voornaamste plaats van het hart melding gemaakt te worden. Het ligt aan de rugzijde van het liehaam in een grootere holte van het bindweefsel, dat tusschen den wand van het lichaam en de eigenlijke ingewanden [leverzakken, geslachtsklieren enz.] aanwezig is. In sommige praeparaten van doorsneden ziet men duidelijk, dat er fijne bindweefseldraden van den wand van het ruggevat loopen naar den wand van de bindweefselruimte, die als pericardiale holte [Pl. V. Fig. 39 pc.] kan opgevat worden. Het eigenlijk gezegde hart begint ongeveer op de grens van het 3de en 4de borstsegment en strekt zich uit tot in het midden of tot aan het einde van het 4de achterlijfssegment. Meer naar voren kan men het niet vervolgen, daar het zich op de aangegeven grens in drie bloedvaten splitst en meer naar achteren onderscheidt men het bezwaarlijk, daar het zich in het achterste gedeelte van het 4de achterlijfssegment in het bindweefsel verliest. Reeds in het begin en het midden van het 4de achterlijfssegment is de geheele door den wand van het ruggevat omsloten ruimte met bindweefsel gevuld; de wand van het ruggevat vormt hier echter nog een grens tusschen het daar binnen en daar buiten gelegen bindweefsel — een weinig meer naar achteren treft men

geen spiervezelen in dien wand meer aan, neemt de dikte van dien wand af en verliest hij zich ten slotte volkomen in het omringende bindweefsel.

Het heet bij verschillende schrijvers, dat het hart bij de Isopoden van achteren blind eindigt. Dit is bij Limnoria ook het geval. Op de doorsnede is het ruggevat in het eerste gedeelte, b. v. op de grens van het 4de en 5de thorax-segment nagenoeg eirkelrond; meer naar achteren, in het midden van het 6de segment b. v., langrond, met de langste as vertikaal geplaatst. In het lumen van het ruggevat ontwikkelen zich van den naar de buikzijde van het dier gekeerden wand uitstulpingen, die meer naar achteren toe omvangrijker worden. Deze uitstulpingen bestaan uit een mazig weefsel; ofschoon haar verhouding tot de zijdelingsche openingen van het hart niet kon vastgesteld worden, ligt het voor de hand te vermoeden, dat zij een met die van klepjes eenigszins overeenstemmende rol hebben te vervullen. In een sagittale doorsnede, die ingevolge de gebogen houding van het dier het hart niet parallel aan zijn lange as, maar eenigszins schuin treft, worden ook deze uitstulpingen eenigszins schuin doorsneden. Zooals uit Fig. 42 op Plaat V blijkt, vertoonen zij zich in deze doorsneden als uitgerekte slippen van ongeveer kegelvormige gedaante. In deze praeparaten zijn ook de dwarsgestreepte spiervezelen, die in den wand van het hart gelegen zijn, duidelijk te onderscheiden. Zij loopen schuin over den wand van het hart, met dien verstande, dat zij van een meer naar voren gericht punt aan de naar boven gekeerde zijde, naar een meer naar achteren aan de buikzijde van het hart gelegen punt gaan. Zij maken den indruk van spiraalsgewijs over het oppervlak te verloopen en dit is vooral zeer goed te zien in de eerste helft van het hart.

Als ademhalingsorganen functioneeren de bladvormige pootjes van het achterlijf, die, zooals wij in § 1 van dit hoofdstuk zagen, steeds ten getale van vijf paar aanwezig zijn. Elk pootje bestaat uit twee takken: de naar binnen gekeerde tak is smaller, lang rechthoekig met afgeronden top, de naar buiten gekeerde is veel breeder, heeft een vrij wel rechten binnenrand en sterk gekromden buitenrand. De pootjes van het 1ste tot 3de paar zijn nagenoeg even groot en aanzienlijk grooter dan die van het 4de paar. Het 5de paar eindelijk is niet alleen nog weer veel kleiner dan het 4de, maar heeft bovendien de twee takken nagenoeg van dezelfde breedte. Zooals reeds op blz. 20 vermeld werd, ontbreken aan dit 5de paar de lange haren, die de pleopoden der vorige paren tevens tot zwemorganen stempelen. Beide lamellen functioneeren aan alle vijf pootparen als kieuwen. In de smalle naar binnen gekeerde lamel is het netwerk

van met elkander communiceerende lacunen, door welke de bloedvloeistof circuleert, minder ruim; de van het eene blad naar het andere verloopende kolommetjes zijn hier dikker en staan dichter bij elkander, dan bij de naar buiten gekeerde breedere lamellen het geval is. Vele kolommetjes vertoonen, indien men het vlak der lamellen beziet een helderen vlek in het midden en een soort hof daar rondom heen. Iets dergelijks schijnt, te oordeelen naar de beschrijving van Sars ([22]), ook bij Asellus het geval te zijn; hij spreekt van een „noyeau granuleux distinct au milieu". Op doorsnede blijkt evenwel, dat vele kolommetjes in het midden smaller zijn en aan de beide uiteinden breeder toeloopen en dat dus de heldere vlek in het midden als het nauwere gedeelte van elk kolommetje moet opgevat worden.

Limnoria lignorum is een dier van gescheiden geslacht: wij hebben dus mannetjes en wijfjes van elkander te onderscheiden. De wijfjes schijnen een weinig grooter dan de mannetjes te worden: de grootste exemplaren, die wij konden onderzoeken (tot van 4 m.m.), waren alle vrouwelijk. Het aantal wijfjes schijnt grooter te zijn dan dat der mannetjes — wij wagen het echter hier niet met beslistheid een uitspraak te doen, daar het mogelijk is, dat wij, door voor onze onderzoekingen de grootste exemplaren uit te kiezen, onwillekeurig meer wijfjes dan mannetjes in handen gekregen hebben. De wijfjes — zoo deelden wij op blz. 19 reeds mede — dragen de zich ontwikkelende eieren in de broedholte bij zich: men kan ze in dien toestand reeds met het bloote oog van de mannetjes onderscheiden.

De vrouwelijke geslachtsorganen bestaan uit de eierstokken en de oviducten. Er zijn steeds twee van elkander gescheiden eierstokken. Zij liggen in den thorax rugwaarts van darm en lever onder het hart of de bloedvaten, die er naar voren toe uit ontspringen. Onderzoekt men een vrouwelijk dier met behulp van longitudinale, aan het vlak van symetrie dus evenwijdige, doorsneden, dan overtuigt men er zich gemakkelijk van, dat de eierstokken zich van het derde thorax segment tot aan het eind van het 7de of tot in het 1ste achterlijfs-segment uitstrekken. Is de eierstok weinig ontwikkeld, het dier dus nog jong of althans ver verwijderd van de geslachtsrijpte, dan vormt de eierstok een vrij smalle streng, waarin men niet gemakkelijk eicellen, voor verschillende broedperioden bestemd, van elkander onderscheiden kan. Veel beter gaat dit in een eierstok, die de geslachtsrijpte nadert. Zooals uit een dwarse doorsnede [zie b. v. de figuren 39 en 39' op Pl. V] blijkt, onderscheiden zich dan enkele eieren zeer scherp van de jongere eikiemen, die zich eerst

Digitized by Google

in een volgende broedperiode zullen ontwikkelen. Zeer scherp treedt dit ook aan het licht in overlangsche doorsneden (Pl. V. Fig. 44). In het exemplaar, dat hier onderzocht werd, was de rechter, zoowel als de linker eierstok van een zelfde aantal, n.l. zes, voor de eerstvolgende broedperiode bestemde eieren voorzien; elk dier eieren vertoonde in de doorsnede een kiemblaasje met kiemvlek [Fig. 44'] verder holten in 't plasma en talrijke door karmijn donkerder gekleurde dojerkogels. Een dunne maar duidelijke wand omgeeft elk ei; platte zeer donker gekleurde kernen aan de buitenzijde langs dezen wand gelegen vertegenwoordigen het follikel-epithelium. Zooals uit de doorsneden, in de figuren 39' en 44 afgebeeld, blijkt, liggen de jongere eikiemen aan de naar buiten gekeerde zijde van het ovarium gedeeltelijk naast, gedeeltelijk boven (dus rugwaarts van) de meer ontwikkelde ovariaaleieren. Deze laatste liggen in rijperen toestand zoo innig tegen diezelfde ovariaaleieren van het ovarium van de andere zijde aan, dat zij elkander wederkeerig afplatten.

De eieren treden naar buiten door de oviducten. Elk ovarium heeft zijn eigen oviduct, die naast [aan de binnenzijde van] den poot van het 5de paar in de door de broedlamellen omsloten holte uitkomt. Zooals uit figuur 39 [Pl. V] blijkt, loopen deze eileiders in gebogen richting over den grooteren leverzak heen. Van een receptaculum seminis, zooals dit volgens LEICHMANN ([48]) bij Asellus voorkomt, werd niets gevonden: vrouwelijke dieren met embryonen in de broedholte en met een geheel geopenden eileider, zooals in de doorsneden te zien is, moesten dit receptaculum vertoonen, indien het aanwezig was. Waarschijnlijk worden de eieren dus niet in het lichaam van de moeder bevrucht, maar nadat zij door de geslachtsopening zijn uitgetreden.

De mannelijke geslachtsorganen bestaan uit de testes, de vasa deferentia en de penes. De kleinheid der voorwerpen in aanmerking genomen zal het niet verwonderen, dat het niet gelukt is deze organen te isoleeren: wij leerden hun samenstel dan ook uitsluitend door het maken van doorsneden kennen. De testes nemen in de laatste borstsegmenten ongeveer dezelfde plaats in, als de ovaria bij de vrouwelijke dieren: zij liggen naast het pericardium en rugwaarts van darmkanaal en leverzakken; hun omvang wordt nooit zoo aanzienlijk als die der ovaria, vandaar dat de testes van de rechter en linkerzijde nooit in het mediane lichaamsvlak tegen elkander aan komen te liggen. De testes gaan naar achteren geleidelijk in de vasa deferentia over; deze buigen zich evenals de oviducten om de leverzakken heen naar de buikzijde, naderen in het 7de borstsegment meer naar het midden van het lichaam en monden

F 3

Digitized by Google

ten slotte uit in de kleine penes, die in de oksels van een naar achteren geopende huidplooi ingeplant zijn. Deze hier voorkomende duplicatuur van de huid, schijnt de plaats van het bij Idothea voorkomende schubbetje in te nemen. In figuur 21 op Plaat III zijn de penes met de hun eigenaardige pigmentvorming, het er door heen verloopende vas efferens en de kleine spleetvormige openingen aan den top duidelijk te onderscheiden. Als hulpwerktuigjes bij de copulatie doen waarschijnlijk de stiletvormige aanhangsels dienst, die bij de mannetjes aan den naar binnen gekeerden tak van de pleopoden van het tweede paar worden aangetroffen. Omtrent copulatie en bevruchting werden geen waarnemingen ingesteld. LEICHMANN, die bij de vrouwelijke dieren van Asellus aquaticus een receptaculum seminis met spermatozoïden er in waarnam, beweert ook bij Sphaeroma rugicauda spermatozoiden in den min of meer gezwollen oviduct te hebben geconstateerd. Hij neemt dus voor deze beide diervormen als bewezen aan, dat de eieren bevrucht zijn, vóór zij de vrouwelijke geslachtsopening verlaten. Wij betwijfelen, dat dit ook bij Limnoria het geval zal zijn, moeten deze quaestie tot ons leedwezen echter nog onbeslist laten.

Gedurende den tijd hunner ontwikkeling, vertoeven de eieren in een holte, die aan de buikzijde van het vrouwelijke dier door de broedlamellen omsloten wordt. Zijn de eieren uitgekomen, dan wijken de broedlamellen eenigszins uit elkander en kunnen de jonge dieren dus die holte verlaten. Terwijl de eieren zich ontwikkelen, is vermoedelijk ook bij Limnoria de afsluiting van de broedholte eene zóó volkomene, dat geen zeewater naar binnen kan dringen. De eieren worden dan in die holte door een vloeistof — een soort vruchtwater — omspoeld en deze vloeistof is door den naar binnen gekeerden wand van de broedlamel heengefiltreerd, afgescheiden uit het door die lamel circuleerende bloed.

Dit laatste is evenwel bij Limnoria nog niet waargenomen: uit analogie met hetgeen voor Asellus en Anthura door LEICHMANN werd medegedeeld, zou het echter niet al te gewaagd mogen heeten dit ook voor Limnoria aan te nemen: de bouw der broedlamellen, de geheele inrichting van de broedholte is n.l. tot in bijzonderheden volkomen in overeenstemming met de beschrijving die LEICHMANN daarvan voor Anthura gegeven heeft. De broedlamellen bedekken elkander zijdelings met hunne randen en bezitten aan het oppervlak nabij den rand, dus aan de over elkander vallende gedeelten, uiterst fijne chitine-lijstjes met scherpe puntjes van chitine bezet; deze dienen om een innige aaneenhechting van de over elkander vallende lamellen te verkrijgen. Het chitinogene weefsel, dat de dunne chitine-

platen aan het oppervlak der lammellen heeft afgescheiden, heeft zich tot een dichte massa samengetrokken en vormt nu twee van onderen samenhangende strooken; een daarvan loopt nagenoeg in het midden van de lamel en een nabij een der randen [Plaat V. fig. 43]. Langs elk dezer strooken loopt een bloedvat, dat naar alle waarschijnlijkheid hier het arterieele door LEICHMANN waargenomen bloedvat vertegenwoordigt. De zes naast de pooten van het tweede tot vierde paar ingeplante broedlamellen vertoonen alle volmaakt dezelfde structuur.

Het komt ook ons niet onmogelijk voor, dat het embryo tijdens zijn verdere ontwikkeling in de broedholte eenigszins in omvang toeneemt, zoodat het op 't oogenblik, dat het die holte verlaat, een volumen heeft, grooter dan het zou kunnen hebben, als het al de materie voor zijn ontwikkeling uitsluitend aan den inhoud van het ei verschuldigd was. De doormeter van een Limnoria-ei is ± 0.4 m m. Men kan het als ongeveer kogelrond beschouwen en daarmede liet zich het volumen berekenen als ± 0.033 kubiek m m Het grootste jonge dier, nog in de broedholte aangetroffen, was 1 m m. lang en 0.3 m.m. breed. Om het volumen van dat kleine lichaam te berekenen, heeft men ook de derde dimensie noodig: die laat zich echter niet gemakkelijk meten. LEICHMANN neemt daarvoor de hoogte van het lichaam in de mediane lijn; het komt ons echter, de vorm der doorsneden in aanmerking genomen, niet geheel onbedenkelijk voor, die maat als derde afmeting te gebruiken. Die hoogte is bij Limnoria ongeveer gelijk aan de helft van de breedte en wij zouden, volgens de berekening van LEICHMANN, dus een volume van ± 0.045 verkrijgen en daarmede zou eenige toename in volume van het embryo, sedert het het ei verliet, bewezen kunnen heeten. Men behoeft echter de gemiddelde hoogte van het 1 m.m. groote jonge dier slechts weinig geringer te nemen, om een inhoud te verkrijgen, die vrij volkomen met het volume van het ei overeenstemt.

Grooter dan 1 m.m. werd geen jonge Limnoria in de broedholte der moeder waargenomen; veel grooter zullen de jonge dieren in die holte vermoedelijk ook niet worden, als men bedenkt, dat de kleinste exemplaren, die vrijlevend in blijkbaar door hen zelven geboorde gangen werden aantroffen, slechts 1.46 m.m. lang waren.

Het aantal eieren of jonge dieren, dat men in de broedholte van een vrouwelijke Limnoria aantreft, is gemiddeld 12. Het aantal kan echter geringer zijn (8 à 10) en ook grooter: in Mei bedroeg het aantal jonge dieren in de broedholte van een in hout bij Wieringen aangetroffen wijfje niet minder dan 17 stuks! De jonge dieren doorloopen geen gedaanteverwisseling, hun ontbreekt, als zij uit het ei komen, alleen nog het 7de paar borstpooten. Wel is dan de 7de

borstring al aangelegd; hij is echter nog slechts smal, ten minste nog niet zoo breed, dat hij zich met zijn zijplaten tusschen die van het 6de thoracaal-segment en den eersten achterlijfsring inschuiven kan. Vermoedelijk blijven de jonge dieren in de (nu echter geopende) broedholte hunner moeder, tot ook dat laatste paar borstaanhangselen ontwikkeld zal zijn. Of zij in hun prille jeugd ook de gewoonte hebben — die bij naverwante vormen werd opgemerkt — om tijdelijk de broedholte te verlaten en er zich opnieuw in te verschuilen, als angst voor eenig gevaar hen bekruipt, kon niet vastgesteld worden: moeder en kroost zitten in het blinde uiteinde van een in het hout gegraven tunnel, die omstandigheid moet ongetwijfeld de vrije verplaatsing der jonge dieren belemmeren — maakt het in ieder geval uiterst moeielijk daaromtrent waarnemingen in te stellen.

Limnoria lignorum is aan zijn oppervlak met tal van parasieten bezet — eigenlijk zijn het geen parasieten maar commensalen, in zooverre zij zich slechts aan het chitine-bekleedsel van het schaaldiertje hechten en zich niet te zijnen koste voeden. Zeer opmerkelijk is vooral de rijkdom aan Infusoriën-vormen, die zoowel aan de aanhangselen van het lichaam, als aan de op den romp ingeplante haren bevestigd zijn. Die Infusoriën-vormen zijn slechts zeer onvoldoende bekend: GIARD (41) beschreef zeer in 't kort een soort van het geslacht Freya (F. Limnoriae) *) en CANU (44) wijdde later nog een paar regels meer aan dezen vorm. Het is dit dier, dat de zeer in 't oog vallende kapsels bewoont, die als onregelmatige donker gekleurde lichaampjes algemeen op den laatsten achterlijfsring en het telson van Limnoria worden aangetroffen †). CANU deelde in zijn opstel tevens mede, dat hij op Limnoria „en extrême abondance" vertegenwoordigers van verschillende andere Infusoriën-geslachten had waargenomen, zoo van Zoothamnium, Epistylis, Opercularia, Cothurnia en van Acineten. Eindelijk nog een soort van het geslacht Spirochona, die hij Spirochona crystallina noemt, om daarbij aan haar groote doorzichtigheid te herinneren. De meeste dier vormen meenen wij ook op Limnoria-exemplaren van de Nederlandsche kust teruggevonden te hebben; zeer opmerkelijk en zeer algemeen is vooral een Infusoor, dat met de zijde van zijn lichaam tegen een lid van een der pooten, of tegen het uitwendig oppervlak van een der broedbladen, of ook zeer vaak tegen het vlak van een der pleopoden van

---

*) In een later opste (*Bulletin scientif. d. l. France et d. l. Belgique.* XIX. 1888. p. 314) rangschikt GIARD deze kleine Infusoor in het geslacht Folliculina; een afbeelding begeleidt dit opstel.

†) Zie blz. 21 van dit rapport.

Digitized by Google

Limnoria aangehecht zit, welks lichaam besloten is in een donkerblauw à zwart hulsel, dat aan het voorste gedeelte van het dier in een paar naar buiten omgebogen horentjes eindigt.

Vermoedelijk is dit een soort van het geslacht Cothurnia *). Ook andere dieren (niet-Infusoriën) schuwen echter de nabijheid van Limnoria niet. Zoo is er een kleine Nematode vaak in meerdere exemplaren in de broedholte tusschen de zich ontwikkelende eieren te vinden; zoo zit er een allermerkwaardigste diervorm — vermoedelijk een tot de Trematoden behoorend organisme — ingekapseld aan het laatste paar pleopoden bevestigd. Vermoedelijk is deze naverwant aan Distomum agamos, die door VON LINSTOW [(31) blz 315] als uitwendige parasiet aan het abdomen van Gammarus is waargenomen. Dit zou, uit een meer algemeen biologisch oogpunt bezien, nog daarom eene zeer merkwaardige overeenstemming zijn, daar er [volgens CANU] ook wat de Infusoriën betreft, een groote analogie bestaat tusschen de op Limnoria en op Gammarus pulex levende diervormen. Het zou ons te ver voeren die dieren hier uitvoerig te behandelen; later komen wij nog even op de beteekenis van het voorkomen dezer commensalen voor de kennis van de levens- en de vernielings-wijze van Limnoria terug.

§ 3. LIMNORIA'S PLAATS IN HET ZOÖLOGISCHE SYSTEEM.

Ofschoon de beantwoording van de vraag, welke plaats aan Limnoria in het zoölogische systeem toekomt, eene zuiver theoretische is, kan in een rapport als het onze die vraag niet geheel met stilzwijgen voorbijgegaan worden. Steunende op de uitbreiding, die onze kennis omtrent dit dier door onze eigene onderzoekingen verkregen heeft, willen wij trachten, ook deze quaestie iets nader tot hare oplossing te brengen.

Limnoria is een Schaaldier uit de orde der Isopoden. Om niet te uitvoerig te worden, laten wij nu de oudere schrijvers, die over dit dier handelen met rust en herinneren er alleen aan, dat in navol-

---

*) Of van het geslacht Lagenophrys. In een aan een onzer gericht schrijven (gedateerd 2 Nov. '92) deelt Dr. CANU (van Boulogne s. Mer) nog het volgende mede over de op Limnoria aangetroffen Infusoriën: „J'ai reconnu notamment deux espèces très curieuses qu'on doit rapporter à deux genres connus seulement en eau douce:

1°. Une espèce de Spirochona (S. crystallina, CANU *Bull. Scient.* 1886. p. 24);

2°. Une espèce certainement nouvelle du genre Lagenophrys, et que je n'ai pas décrite bien que j'en possède de nombreux dessins et une étude assez complète.

Spirochona crystallina est inplantée sur les poils pennés qui bordent les lamelles branchiales du Limnoria, tandisque Lagenophrys n. sp. est appliqué sur les faces de ces lamelles". [Noot bij de correctie der proef.]

Digitized by Google

ging van MILNE EDWARDS ([11]), de latere schrijvers [b. v. SPENCE BATE and WESTWOOD ([20]), CLAUS in zijn Leerboek, 4de Ed. 1880] dit dier beschouwd hebben als te behooren tot de familie der Asellidae. Dat HARGER ([35]) in 1880 op de nauwe verwantschap van dit dier met Sphaeroma opmerkzaam maakte, er echter niet toe besluiten kon, het in de familie Sphaeromidae in te lijven en er daarom de voorkeur aan gaf, er een afzonderlijke familie, die der Limnoriidae, voor in te richten. Dat eindelijk G. O. SARS ([39]), zonder ons echter zijne redenen mede te deelen, er toe over is gegaan Limnoria in de familie der Sphaeromidae te plaatsen.

In onze bespreking van deze aangelegenheid zullen wij ons dus hebben te bepalen tot de vraag: is L. een Asellide, een Sphaeromide of geen van beide?

Wat de segmentatie van het lichaam aangaat, zoo is Limnoria ongetwijfeld zoomin een Asellide, als een Sphaeromide. Immers bij Limnoria treffen wij een kop, zeven thoracaal- en zes abdominaalsegmenten aan, terwijl bij de Aselliden, behalve een kop en zeven thoracaal-segmenten, slechts een enkel schildvormig achterlijfssegment wordt gevonden. Bij de Sphaeromidae treffen wij, behalve een kop en zeven thoracaalsegmenten, twee vrije achterlijfssegmenten aan, waarvan het voorste zijdelings soms nog sporen vertoont van uit meerdere segmenten te zijn samengesteld. Zes van elkander goed gescheiden achterlijfssegmenten heeft men onder de Isopoden alleen bij de Onisciden [onze keldermotten] en bij de Cirolanidae, verder bij de Aegidae en de Cymothoidae.

De romp is bij enkele groepen van Isopoden voor samenrolling, oprolling (samenkogeling), vatbaar; dit is het geval bij de Sphaeromidae — maar ook bij Armadillidium, Armadillo en enkele andere geslachten onder de Onisciden. Niet bij de Aselliden. Dezelfde eigenschap vindt men nu ook bij Limnoria en wordt gebruikt om de verwantschap van L. met de Sphaeromidae aan te toonen. In ons oog hebben wij hier te doen met een aanpassings-verschijnsel, een eigenschap dus, die zich geheel onafhankelijk van familie-verwantschap bij verschillende dieren — ook bij zulke, die geheel buiten de orde der Isopoden staan — ontwikkeld heeft.

Limnoria heeft zeer korte sprieten, aan welke de verdeeling in een stam en een geesel niet goed te onderscheiden valt; dit geldt zoowel voor die van het eerste, als voor die van het tweede paar. Daarentegen zijn bij de Asellidae alleen die van het eerste paar [de z. g. antennulae] kort en zijn die van het tweede paar van een behoorlijk lange zweep of geesel voorzien. De Sphaeromidae hebben geen van beide sprieten bijzonder lang, doch aan beide onderscheidt

men gemakkelijk een stam of steel [pedunculus] van een zweep of geesel [flagellum]. De kleinte en minder sterke ontwikkeling van de sprieten bij Limnoria heeft uit een systematisch oogpunt geen groote waarde, daar zij zich volkomen uit de levenswijze — als aanpassings-verschijnsel dus — verklaren laat. De plaatsing van de sprieten bij Limnoria is ongeveer zooals bij de Asellidae; de sprieten zitten niet vóór elkander, zooals bij Sphaeroma toch eenigszins het geval is, maar meer naast elkander. De oogen zitten ver uit elkander op den rand van den kop, zooals ook bij Sphaeroma [trouwens ook bij Cirolana] voorkomt, terwijl Asellus, Jaera, en andere geslachten uit de familie Asellidae den kop platter hebben, de oogen dus ook wel vrij ver uit elkander dragen, doch altijd nog op eenigen afstand van den rand van den kop.

De monddeelen zijn volgens sommigen, in aansluiting aan de door de meeste entomologen gehuldigde zienswijze, de organen, die ook voor de Isopoden bij uitnemendheid voor de rangschikking van beteekenis zijn. Wij kunnen in het midden laten, of wij in 't algemeen die zienswijze deelen: zeker is het, dat er voor de indeeling van Limnoria geen ongeschikter liehaamsdeelen uit te kiezen zouden zijn, dan juist die monddeelen. Immers L. heeft in verband met hare levenswijze geheel *bijzondere* monddeelen: althans een paar bovenkaken, zooals men die bij de verschillende Isopoden-groepen te vergeefs zoekt. De andere kaken vertoonen echter geen bijzonderheden, die ze meer tot die van de Asellidae b. v., dan tot die van de Sphaeromidae — of omgekeerd — zouden doen naderen. Evenals bij beide genoemde families — evenals trouwens bij de Cirolanidae — dragen de bovenkaken een uit drie, de maxillipedes een uit vijf leedjes bestaand voelertje.

De ringen van de borst laten bij Limnoria met uitzondering van den eersten ring duidelijke epimeren onderscheiden. Deze zijn met naden, min of meer beweeglijk, met de den rug bedekkende platen van elk segment verbonden. Bij de Sphaeromidae en Asellidae beide zijn deze zijplaten vast met de rugplaten vergroeid, zoodat men alleen nog de aanduiding der naden terug vindt. Bij de Cirolanidae zijn de epimeren, evenals bij Limnoria, aan al de segmenten van de borst — met uitzondering van het eerste — door naden van de rugplaten gescheiden.

De pootjes van Limnoria zijn ledematen om mêe te kruipen, te loopen, indien men wil. Behoudens kleine verschillen in grootte enz. zijn de pootjes aan elkander gelijk: het laatste paar is wat slanker, met meer platte borstels bezet, is dus een beter zwem-werktuig; het eerste is wat steviger dan de andere. Dit is vrij wel in overeen-

stemming met hetgeen bij de Asellidae en ook met hetgeen bij de Sphaeromidae het geval is. Voor de Cirolanidae wordt opgegeven, dat bij hen de drie eerste paren meer in 't bijzonder tot grijp- of vasthoud- orgaantjes zijn ingericht, terwijl de vier volgende paren weêr meer bestemd schijnen, om als pootjes om meê te loopen en te zwemmen dienst te doen.

Wat de bij de wijfjes voorkomende broedlamellen aangaat, zoo heeft Limnoria drie (vier) paar van deze, ingeplant aan het tweede tot vierde (vijfde) borstsegment; zij zijn goed ontwikkeld, vormen samen een broedholte, waarin de eieren uitkomen en de embryonen zich nog een tijd lang ophouden. Bij Sphaeroma zijn zij even talrijk en aan dezelfde lichaamssegmenten ingeplant, zij blijven er echter klein en omsluiten dus de broedholte niet. Bij de Asellidae treffen wij in den regel vier paar broedlamellen aan, ingeplant aan de vier eerste segmenten van de borst. Cirolana schijnt drie paar broedlamellen te hebben, aan dezelfde ringen van de borst ingeplant, als bij Limnoria en bij Sphaeroma.

De kleine Limnoria's hebben vijf paar pleopoden, waarvan vier paar met lange haren bezet en dus in 't bijzonder voor het zwemmen bestemd zijn. Bij de Asellidae vinden wij dezen toestand nooit: het voorste paar wordt altijd vervangen door een paar schildvormige platen, die aan de buikzijde de ruimte, waarin de andere pleopoden verscholen zitten, afsluiten Bij de Sphaeromidae zitten de pleopoden ook nog in een soort holte verscholen, die echter niet door een operculum wordt afgesloten. Het zijn in 't geheel vijf paar aanhangselen, waarvan de drie voorste paren alleen met haren bezet zijn en dus als zwemorganen dienst doen. Bij de Cirolanidae hebben wij eveneens pleopoden met lange haren bezet, krachtige zwemorganen vormende.

Eindelijk nog de uropoden. Ook deze hebben bij Limnoria een geheel bijzonderen vorm, die zich alleen uit het gebruik, dat het dier van deze pootjes maakt, laat verklaren: het is een korte steel met scherpe, stevige tandjes langs den rand bezet, aan het eind gewapend met een sterken klauw en daarnaast een eindleedje met fijne haren aan het uiteinde dragende. Tusschen klauw en eindleedje zit nog een tweede haakvormig aanhangsel: het geheele orgaantje dient blijkbaar om, terwijl het kleine dier met zijne kaken aan het knagen is, het lichaampje van achteren vast te houden aan het hout, waarin het zich inboort. Voor deze orgaantjes geldt hetzelfde als voor de bovenkaken: zij vertoonen een zeer speciale inrichting, die in verband met de levenswijze van het dier beschouwd moet worden. De plaatsing dezer orgaantjes verschilt van hetgeen

Digitized by Google

wij bij de Aselliden vinden en komt overeen met wat zoowel de Sphaeromidae als de Cirolanidae ons te zien geven. Ook de geheele vorm van het telson spreekt voor verwantschap met de Sphaeromidae, zoowel als met de Cirolanidae.

Laten wij ons dus door uitwendige kenmerken leiden, dan moeten wij er toe komen de verwantschap van Limnoria tot de Asellidae voor zeer gering en die tot de Sphaeromidae voor niet veel grooter te houden. In geen geval is de overeenstemming met de Sphaeromidae grooter dan die met de Cirolanidae. In het feit, dat bij Limnoria [evenals bij de Cirolanidae] alle segmenten van het achterlijf nog van elkander gescheiden zijn en alle nagenoeg op dezelfde wijze zelfstandig ontwikkeld optreden, zouden wij het bewijs willen zien, dat Limnoria zich minder, dan b. v. de Sphaeromidae of Asellus, van de meer oorspronkelijke typus verwijderd heeft Wij zijn er dan ook beslist van overtuigd, dat bij onze tegenwoordige kennis van deze verschillende vormen van Isopoden de veiligste weg diegene is, die ook door HARGER is ingeslagen, en dat voor ons Limnoria dus de vertegenwoordigster van een afzonderlijke familie moet blijven.

Wat wij van het inwendig maaksel van Limnoria leerden kennen, is met deze opvatting allerminst in strijd. Voor een nadere aaneensluiting van Limnoria tot de Sphaeromidae konden wij in den anatomischen bouw geen gronden vinden. Wat dien bouw bij Sphaeroma rugicauda betreft, in 't bijzonder voor zooverre hij op de voortplanting en de ontwikkeling van het ei betrekking heeft, maakte LEICHMANN ons kort geleden met eigenaardigheden bekend, van welke wij bij Limnoria geen enkele aanduiding terug vinden. Eigenaardigheden echter, die voor ons tevens het bewijs zijn, dat Sphaeroma een veel verder van het oorspronkelijk type verwijderd Isopoden-geslacht is, dan b. v. Limnoria of Cirolana.

HARGER ([35]) acht het mogelijk, dat een nauwkeurig onderzoek van die Sphaeromiden, die in hout boren, aan het licht zal brengen, dat er inderdaad tusschen Limnoria en Sphaeroma geen verschillen van beteekenis bestaan, die zich tegen de vereeniging van beide geslachten in ééne familie zullen verzetten. Nu zijn het volgens hem nog de bouw der bovenkaken en wellicht ook van de maxillipedes, verder het volkomen gesegmenteerd zijn van het pleon en het uit twee takken samengesteld zijn van de uropoden, die ons noodzaken voor Limnoria een afzonderlijke familie op te stellen.

Wat nu die borende soorten van het geslacht Sphaeroma aangaat, zoo kennen wij een Sphaeroma terebrans, F. MÜLLER uit Brazilië en een Sphaeroma vastator, SP. BATE van Engelsch Indië (Madras). Bij geen van beide soorten is het pleon echter gesegmenteerd zooals

Digitized by Google

bij Limnoria; de bovenkaken vertooneu bij beide de inrichting, die ook bij S. rugicauda voorkomt en die van die bij Limnoria hemelsbreed verschilt. De uropoden eindelijk zijn bij deze borende Sphaeroma's vrij wel op dezelfde wijze gebouwd, als bij de niet borende soorten van dit geslacht: een basaal leedje, dat aan de binnenzijde een vrij groot toegespitst uitsteeksel draagt en met hetwelk een flauw gebogene aan den buitenrand gezaagde zijtak articuleert. Bestaat in ons oog de tegenstelling — op welke HARGER nadruk legt — dat de uropoden bij Limnoria uit *twee* en bij Sphaeroma slechts uit *één* tak bestaan, ook al niet, zoo is toch het verschil dat tusschen deze aanhangselen bij *alle* soorten van Sphaeroma aan de eene zijde en bij Limnoria aan de andere zijde voorkomt, inderdaad groot genoeg.

§ 4. Limnoria aan het werk.

On peut, en effet, juger la perfection des outils par celle du travail.

Hesse.

Het zijn vooral COLDSTREAM (5) en van de nieuwere auteurs CLAVENAD (33), die ons omtrent de wijze, waarop Limnoria hare verwoestingen aanricht, hebben ingelicht. Wat de laatste schrijver betreft, zoo wezen wij er reeds op, dat hij het kleine dier niet van Chelura terebrans heeft onderscheiden en dat er dus onder de details van zijne beschrijving ongetwijfeld schuilen, die niet op Limnoria, maar op de kleine Amphipode betrekking hebben.

Limnoria lignorum verdraagt niet alleen zeer goed een lage temperatuur, houdt het ook betrekkelijk lang op het droge uit. Indien men een stuk hout met gangen, waarin Limnoria, uit het water neemt en meerdere dagen droog laat liggen, blijven vele exemplaren en met name al diegene, die wat verder in het hout zijn ingedrongen, in leven. Na tien dagen vindt men altijd nog levende exemplaren. MÖBIUS (26) bracht eenige van deze uit een stuk hout, dat negen dagen op het droge gestaan had, voor den dag gehaalde dieren in een aquarium met zeewater en hield ze daar meerdere maanden in leven. Hij verstrekte hun daar versch gespleten stukjes dennenhout en spoedig begonnen zij daaraan te knagen. Zij legden lang gestrekte groeven aan, waarvan de wijdte met de breedte van hun lichaampjes overeenkwam. Zij kozen daartoe gewoonlijk zulke plaatsen uit, die door het splijten kleine voren gekregen hadden.

Ook ons is het een enkel maal gelukt, in een aquarium met

Digitized by Google

stroomend water een begin van aantasting waar te nemen. De kleine dieren bleven zich echter uitsluitend aan het oppervlak met graven bezig houden — blijkbaar vertrouwden zij den toestand niet voldoende, om zich meer in de diepte te begeven. Wij hebben die proefnemingen echter niet voortgezet: maakten wij de voorwaarden al te zeer in overeenstemming met de toestanden, die men in de natuur ontmoet, dan verloren wij de gunstige gelegenheid, om de diertjes bij hun werk gade te slaan, daarmede tegelijkertijd.

Wanneer men een stuk zacht hout, dat gedurende eenige maanden aan de aanvallen van Limnoria blootgesteld is geweest, onderzoekt, dan vindt men in de oppervlakkige lagen van het hout Limnoria's van verschillenden leeftijd en dienovereenkomstig gangen van verschillende wijdte. Als voorbeeld beschrijven wij hier in korte trekken een stuk hout, dat van 11 Maart tot 20 September aan de aanvallen van Limnoria is blootgesteld geweest en daar geducht van te lijden heeft gehad. De wijdste gangen zijn het diepst het hout ingedrongen en worden in het blinde uiteinde door de volwassen exemplaren bewoond. Die gangen loopen in hoofdzaak evenwijdig aan de nerf van het hout; vaak beschrijven zij echter kleine krommingen en zeer algemeen buigt het blind eindigende uiteinde van de richting van den gang af. B.v. vormt een gang, die $1^1/_2$ m.m. breed is, na ongeveer 2 centimeter lang de richting van de nerf van het hout gevolgd te zijn, een kromming, die met de oorspronkelijke richting een hoek van $\pm$ 135° beschrijft. Deze 12 m.m. lange zijgang heeft een eenigszins ruimer blind uiteinde: terwijl de oorspronkelijke gang evenwijdig aan het oppervlak, 3 à 4 m.m. daaronder, verliep, dringt deze kleine holte zeker 2 m.m. dieper in het hout. Het is nu deze holte, die door een volwassen vrouwelijk dier bewoond wordt. Gewoonlijk is het een wijfje met eieren of jongen in de broedholte en gewoonlijk wordt het vergezeld door een ander exemplaar. In al die gevallen, waarin wij dat nagingen, was het exemplaar, dat het wijfje in haren donkeren schuilhoek gezelschap hield, van de andere sexe. De dieren zitten steeds zoo in de gangen, dat zij met hun kop naar het blinde uiteinde gekeerd zijn: blijkbaar — dit bleek ons trouwens reeds uit de inrichting der bovenkaken — knagen zij met hun monddeelen, en steunen zij zich daarbij met hun pooten, met name met de kleine van sterke haken voorziene ledematen, die aan het telson zijn ingeplant. In hoeverre aangenomen moet worden, dat de schubben van het oppervlak der sprieten en van de verschillende lichaamsdeelen hierbij ook een rol spelen, durven wij niet beslissen; de binnenwand der gangen is opvallend glad en het komt ons daarom niet onwaarschijnlijk voor, dat de diertjes de ruwheid van het

oppervlak van hun lichaam, die van de aanwezigheid der schubben het gevolg is, voor een raspende werking te hulp roepen.

Zoodra de gangen langer zijn, is het geen zeldzaamheid, dat men er achter de kleine bewoners een korrelige stofmassa in aantreft. Blijkbaar — onder het miskroskoop gezien herkent men er de structuur van pluisjes of vezeltjes hout in — moet deze massa beschouwd worden als een deel der uitwerpselen van de kleine dieren. Zijn de gangen nog korter, ondieper, dan zijn zij vaak volkomen leêg (schoon); waarschijnlijk nam het binnengedrongen zeewater hier diezelfde afgescheiden massa nog mede.

Behalve die wijdere gangen, vindt men nu in dat stuk hout, dat verscheidene maanden — een half jaar ongeveer — in zee geplaatst geweest is, tal van veel engere gangen. Deze hebben als regel een veel onregelmatiger verloop, dan de wijdere gangen. Liepen de eerste in hoofdzaak aan de nerf van het hout evenwijdig, de nauwere gangen loopen in alle richtingen, ofschoon het vaak den indruk maakt, dat zij bij voorkeur een schuine richting ten opzichte van den draad van het hout hebben. Zeer dikwijls veranderen deze nauwere gangen de richting van hun beloop, zoodat dan de opengelegde gang in het midden een buiging onder een hoek van ± 90° vertoont. Een vaste regel voor de richting, waarin de kleine dieren zouden werken, schijnt dus niet gegeven te kunnen worden. Waar vele nauwere gangen in de buurt van reeds oudere worden aangetroffen, komt het voor, dat een dergelijke nauwere gang uitkomt in de wijdere. Dit verschijnsel heeft vermoedelijk aanleiding gegeven tot de meening, dat de jonge uit de broedholte der moeder gekropen exemplaren van de gang, waarin de moeder zich bevindt, uit, het hout dieper in zouden dringen. Deze meening wordt b.v. door CLAVENAD gehuldigd; zelfs beeldt hij schematisch af, hoe zich de gangen der opeenvolgende generaties allengs dieper in het hout werken. Van een theoretisch standpunt, rekening houdende met den aard van onze dieren, zou het uiterst moeielijk zijn zich voor te stellen, hoe die volgende generaties in de diepte zouden kunnen bestaan. Voedsel zouden zij er vinden indien wij aannamen, dat zij *uitsluitend* van houtvezelen bestonden, wat reeds een gewaagde veronderstelling zou zijn; maar hoe moesten zij ademhalen en vooral: waar moesten de producten van de stofwisseling, die door het dier afgescheiden worden, naar toe? Zooals meer voorkomt met theorien, die zich zoo moeielijk laten verklaren, blijkt bij nauwkeurig onderzoek, dat zij niet juist *kan* zijn, niet alleen, maar tevens: dat zij niet juist *is*. De nauwere door jongere, door de allerjongste 1½ m.m. lange, exemplaren bewoonde gangen, dringen minder diep het hout in, dan de wijdere

Digitized by Google

door de volwassen dieren bewoonde tunnels; evenals deze laatste beginnen die nauwe gangen aan het oppervlak, onafhankelijk van elkander en van de wijdere, dieper gelegen gangen. Met deze volkomen op de waarneming berustende voorstelling, is nu ook de opvatting in strijd, dat het Limnoria bij zijn houtvernielen voornamelijk te doen zou zijn, om zich een holte te graven, geschikt om er zich in te vermenigvuldigen. Het is den kleinen pas uit de broedholte hunner moeder ontsnapten Limnoria's met de voortplanting nog volstrekt geen ernst — de geslachtsorganen zijn bij hen ternauwernood aangelegd — en toch beginnen zij aanstonds gangen te graven, en zich in het hout in te boren. De vraag rijst bij u op, of zij dit misschien doen voor zelfbehoud, b.v. om zich voor vijanden te verschuilen; mag nu deze prikkel ook eenigen invloed uitoefenen, zoo moet men toch niet vergeten, dat Limnoria wel degelijk zwemmen kan en dus niet minder goed dan andere kleine Isopoden, Jaera albifrons b.v., uit de voeten komen kan. De hoofdreden, waarom zij zich in het hout boren, zal waarschijnlijk toch wel zijn, dat zij zich met de houtvezelen voeden. Is het ook niet noodzakelijk aan te nemen, dat zij *uitsluitend* van die houtvezelen bestaan, hoogst waarschijnlijk vormen deze toch het hoofdgerecht van hunnen disch.

Wanneer men eene gang, waarin Limnoria vertoeft, schuin aansnijdt, dan bemerkt men vaak, dat de bewoner zich niet volkomen in het blinde uiteinde van de gang ophoudt. Gestoord in zijn schuilhoek, kruipt hij nu verder naar achteren en zoo is men dikwijls genoodzaakt, wil men het kleine dier bemachtigen, de gang geheel bloot te leggen. Het is natuurlijk uiterst moeielijk — zoo niet onmogelijk — vast te stellen, hoever zoo'n Limnoria wel teragkruipt en of zij misschien onder bepaalde omstandigheden, voor een bepaald doel, vrijwillig hare gang verlaat en zich een ander verblijf gaat inrichten. Een ding is zeker en dat is, dat zij er voor zorgt met het zeewater, het medium, waarin zij oorspronkelijk t'huis behoort, in aanraking te blijven. Een direct bewijs daarvoor kan bijgebracht worden in de zeer talrijke Infusoriën, die letterlijk elk exemplaar van Limnoria bewonen. Hoe zouden zich die aan het oppervlak van pootjes en kieuwen ontwikkeld hebben, hoe zouden zij blijven bestaan, als niet voortdurend zeewater hen omspoelde en het versche zeewater met de voor hunne voeding onmisbare bestanddeelen hen niet telkens bereikte?

De gangen van Limnoria vertakken zich niet; ieder exemplaar graaft van het oppervlak af eene zelfstandige gang. Deze kunnen echter zoo dicht bij elkander gelegen zijn en zoo onregelmatig over, door en tusschen elkander heen verloopen, dat ten langen leste de

Digitized by Google

geheele oppervlakkige laag vernield mag heeten. Een eenigszins hardere golfslag — of iedere andere invloed van buiten — is ten slotte voldoende, om een gedeelte van het oppervlak van het hout, dat nu meer op een losse verweerde sponsachtige massa gelijkt, te verwijderen. Een diepere, trouwens toch reeds aangetaste, laag komt nu aan de beurt: de reeds daarin gedrongen dieren kunnen zich nu verder van het oppervlak verwijderen, de exemplaren, die bloot gekomen zijn, vinden een nieuw veld voor hunnen arbeid.

Wij stellen ons nu voor, dat bij gelegenheid van het afbrokkelen van een buitenste, door Limnoria volkomen „door" mijnde, laag ook enkele exemplaren van de volwassene of nagenoeg volwassene dieren afdwalen van het stuk hout, waarin zij tot nog toe verbleven. Op een punt moeten wij n. l. nog de aandacht vestigen en dat is, dat wij ons met het beeld, dat wij hierboven outwikkelden van de levens- en werkingswijze van onze dieren, wél kunnen voorstellen, hoe een stuk hout, dat eens aangetast is, allengs verder vernield wordt; dat de vraag echter nog blijft: waar kwamen de exemplaren vandaan, die een nieuw pas in het water geplaatst stuk hout hebben aangetast. Het bleek ons bij onze onderzoekingen, dat van Maart afaan geen stuk onbeschermd hout een maand lang in het water gelaten kon worden, wel te verstaan op eenig punt der kust, waar de tegenwoordigheid van Limnoria vastgesteld was, of het werd door Limnoria aangetast. Die eerste aantasters zijn dan in den regel volwassen exemplaren en zelfs zijn het vaak vrouwelijke dieren met jongen in de broedholte. Zij beginnen dan in den regel met zich van onder naar boven in het hout in te werken, langs de nerf van het hout en niet ver beneden het oppervlak.

Er is geen reden om te vermoeden, dat het vaak voor zal komen, dat exemplaren van Limnoria, die ergens een behoorlijk terrein voor hun werkzaamheid gevonden hebben, dat vrijwillig zullen verlaten om een ander stuk hout op te zoeken. Het is echter juist geen groote zeldzaamheid, dat men Limnoria-gangen aantreft, die niet meer bewoond zijn. Overal komt dit voor, waar het oppervlak van het hout door zeepokken, wieren of ook maar door slib bedekt is geraakt. Daar zulke oppervlakken echter in den regel door niet vele Limnoria's aangetast zijn, kunnen wij niet aannemen, dat nieuwe aanvallers juist steeds van zulke oppervlakken afkomstig zullen zijn. Maar daar, waar veel Limnoria voorkomt, zal zich ongetwijfeld telkens het geval voordoen, dat van het oppervlak van een stuk aangetast hout splinters of grootere stukken afgeslagen worden en dat op die wijze ook exemplaren van Limnoria zelve van het hout, waarop of waarin zij zaten, los zullen komen. Die zwemmen rond, verspreiden

Digitized by Google

zich en vinden gemakkelijk het oppervlak van een voor hun arbeid geschikt stuk hout. Zooals in zoovele gevallen werkt de natuur ook bij Limnoria met buitengewoon groote aantallen. Is ook het aantal jongen, dat een vrouwelijk exemplaar tegelijkertijd produceert (± 12), niet zoo bijzonder groot, de vermenigvuldiging grijpt bijkans het geheele jaar door plaats en elk wijfje neemt er hoogst waarschijnlijk in één jaar meerdere malen aan deel. De jongen schijnen met groote snelheid te groeien en vermenigvuldigen zich dan ook ongetwijfeld reeds in het jaar, waarin zij het levenslicht aanschouwden. Waar de eischen aan het leven gesteld zoo uiterst eenvoudige zijn, waar zoovele exemplaren in elkanders onmiddellijke omgeving volop bevrediging voor die eischen kunnen vinden, daar behoeven wij er ons niet over te verwonden, als de vermenigvuldiging een buitengewoon gezegende blijkt te zijn.

Een vraag, die bij herhaling bij ons op rees, waarvan wij hier melding maken, helaas! zonder er een bevredigend antwoord op te kunnen geven, is deze, of wel alle exemplaren van Limnoria aan het boorwerk deelnemen. Nemen wij aan, dat hun voedsel, zooal niet uitsluitend, toch voor een groot deel uit de houtvezelen, die zij afknagen, bestaat, dan ligt het voor de hand, dat men ook aanneemt, dat zij allen boren zullen. Waar is het echter, dat wij niet in alle exemplaren, die wij onderzochten, houtvezelen in het darmkanaal hebben aangetroffen [vergelijk blz. 28]; eveneens is het waar, dat wij slechts bij sommige exemplaren een versterking van het metepistoom hebben aangetroffen [vergelijk blz. 14], die dit lichaamsdeel bij die exemplaren voor het boorwerk waarschijnlijk bijzonder geschikt had gemaakt Ook moeten wij er op wijzen, dat men zeer vaak achter een exemplaar, dat in het blinde uiteinde van een gang vertoeft, een ander exemplaar aantreft, zonder dat die gang door hare wijdte juist den indruk maakt van door twee exemplaren geboord te zijn. Moeten wij deze en enkele andere, uit een biologisch oogpunt ongetwijfeld zeer gewichtige, quaesties nog onopgelost laten, wij troosten ons daarbij met de gedachte, dat zij voor de practische zijde van ons onderzoek vraagstukken van zeer ondergeschikt belang genoemd mogen worden.

Digitized by Google

HOOFDSTUK III.

VOORKOMEN AAN DE NEDERLANDSCHE KUST. VERSPREIDING BESCHOUWD IN VERBAND MET HET ZOUTGEHALTE VAN HET WATER.

It is truly singular that this animal should have become known to naturalists within so short a period.

WILLIAM THOMPSON [1835].

Toen de Minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid zich in het eind van 1885 tot de Akademie wendde en de wenschelijkheid uitsprak, dat een opzettelijk onderzoek naar de levenswijze en de werking van Limnoria ingesteld zou worden, verkeerde men omtrent het al of niet voorkomen van dit schaaldier aan de Nederlandsche kust nog volkomen in het onzekere. Aan de aandacht onzer zoölogen was het dier ontsnapt, wat voornamelijk aan de wijze, waarop het in hout verscholen leeft, moet toegeschreven worden; aan de opmerkzaamheid onzer waterbouwkundigen en b. v. ook aan die der Paalworm-Commissie uit de Akademie was het kleine dier ontgaan, door dat men de verwoestingen, die het aangericht had, niet of niet scherp genoeg van die door Teredo veroorzaakt waren, onderscheiden had. Geheel onopgemerkt waren echter noch het dier, noch zijn verwoestingen gebleven: zoo hadden wij boven reeds gelegenheid te vermelden, dat de Engelsche Ingenieur STEVENSON, die het dier aan de Engelsche kust nauwkeurig had gade geslagen, het reeds in 1834 aan de Nederlandsche kust waarnam en verder blijkt uit verschillende mededeelingen in de Paalworm-Verslagen opgenomen, dat ook de Paalworm-Commissie bij herhaling op ongetwijfeld door Limnoria aangerichte vernielingen gestuit is. Zoo lezen wij in het Vierde Verslag [1863] op blz. 2 „In den eiken paal [uit Nieuwediep overgezonden] is verwoesting door paalworm bemerkbaar, in den greenen paal ontbreekt zij, maar vindt men eigenaardige kanalen, zeer van die des paalworms onderscheiden, duidelijk blijk gevende, dat zij door de werking van een ander dier zijn teweeg gebracht". En omtrent dienzelfden paal heet het een jaar later [Vijfde Verslag 1864, blz. 3]: „De greenen paal, in 1862 reeds onderzocht en toen nog vrij van paalworm, maar aangetast door eene andere diersoort,

Digitized by Google

behoorende tot de klasse der Crustaceën, welke eveneens kanalen vormt, maar van veel geringere afmeting en zonder kalklaag, werd nu op nieuw door dit diertje aangetast bevonden, maar daarenboven vonden wij er nog vele paalwormen in."

Zooveel is echter zeker, dat uwe in het eind van 1885 ingestelde Commissie, zich in de eerste plaats meende te moeten vergewissen, of het diertje aan onze kust voorkwam, of daar ontbrak. Zij liet zich van de Fransche kust stukken hout, waarin Limnoria verscholen zat, toezenden, maakte zich zelve op die wijze met het uiterlijk van het kleine dier vertrouwd en trachtte door er afbeeldingen van te verspreiden onder hen, wien het toezicht over onze zeeweringen, havendammen enz. is opgedragen, de opmerkzaamheid op dezen kleinen vernieler te vestigen. Spoediger dan zij verwacht had, werd het vóór alles beoogde doel bereikt en verkreeg zij de zekerheid, dat de Limnoria lignorum inderdaad en helaas! lang niet zeldzaam aan onze kust voorkomt.

De eerste, die het met kennis aan onze kust waarnam, was de Heer N. A. M. VAN DEN THOORN, toen Ingenieur van den Waterstaat te Goes. Genoemde Ingenieur had in het voorjaar van 1884 een stuk spint van groenharthout tegen een der palen van het remmingwerk te Wemeldinge [Oosterschelde] doen hangen en had tegen dat stuk een strookje dennenhout goed aansluitend doen spijkeren, „ten einde na te gaan, of de paalworm, na het dennenhout opgegeten te hebben, en door den honger gedrongen, al dan niet het hardere groenharthout zoude aantasten". In Februari '85 dit stukje dennenhout onderzoekende, vond hij dat het nagenoeg geheel „opgegeten" was 1°. door den paalworm en 2°. door een tweeden vijand, die het in alle richtingen had doorvreten. Hij had toen echter dien tweeden vijand niet gevonden; van dezelfde plaats afkomstige proefstukken in Januari '86 onderzoekende was hij echter gelukkiger: hij trof talrijke exemplaren van Limnoria in de door hen geboorde gangen aan. Zoodra de Commissie van dit feit kennis gekregen had, werd tot een plaatselijk onderzoek besloten: het bleek toen, dat aan den noordelijken ingang van het Wemeldingsche kanaal verscheidene koppen van dennenpalen, die sedert jaren in het water stonden en die tot aan de borst bewormnageld waren [terwijl uit den aard der zaak borst en pen onbeschermd gebleven waren], sterk door Limnoria aangetast waren; dat bovendien z. g. Walcheren'sche staken levende Limnoria's herbergden; dat een kleine punt van het schuifhout, waarop aan de oostzijde van de buitenhaven te Wemeldinge de basaltmuur opgebouwd was, welke punt tengevolge van beschadiging een weinig onder den betonkoek, waarmede het hout overigens be-

F 4

kleed was, uitstak, eveneens, ofschoon slechts oppervlakkig, door Limnoria aangetast was: het bleek in één woord, dat alle dennenhout, dat in de haven van Wemeldinge voorkwam en niet bewormnageld was, min of meer door Limnoria geteisterd werd.

Het bleek dus al zeer spoedig een feit te zijn, dat de Limnoria lignorum aan de Nederlandsche kust voorkwam. Een oogenblik meende men zich nog te kunnen vleien met de hoop, dat het voorkomen te Wemeldinge een op zich zelf staand geval zou zijn — hoe spoedig zag men zich echter niet genoodzaakt, ook die hoop te laten varen. Reeds in Februari van hetzelfde jaar '86 werd de kleine vijand nabij Vlissingen en in de palen van de beschoeiing van de haven te Oude Schild op Texel aangetroffen. In April '86 bleek de laagwater-gording aan den steiger te Stavenisse aangetast te zijn; in Augustus bleken z. g. haardpalen van de zeeweringen van het waterschap het Nieuwe Bildt aan de Friesche kust benoorden Harlingen eveneens van Limnoria te lijden te hebben. In diezelfde maand [Augustus '86] nam men het diertje aan den Vlietepolder [Noordkust van Noord-Beveland] waar; Harlingen en Vijf deelen Zeedijken Binnensdijks bleken in September '86, toen een opzettelijk onderzoek daarnaar werd ingesteld, eveneens besmet; de zeewering van het waterschap Vijf deelen Zeedijken Buitensdijks — eenige kilometers bezuiden Harlingen — volgde in October enz. enz.

Verschillende tusschen de bovengenoemde ingelegen punten waren evenmin van Limnoria verschoond gebleven, zooals bleek, toen men ze door er gewone vuren of greenen proeflatten te plaatsen op de aanwezigheid van dit schaaldiertje onderzocht: Hoek van Holland, IJmuiden, Nieuwediep en tal van punten aan de Zeeuwsche Stroomen [Tholen, Zijp'sche steiger, Zierikzee, het kanaal door Walcheren enz.] bleken alle aangetast: waar men er te vergeefs naar zocht, drong zich als van zelve de meening op, dat dit aan de afwezigheid van onbeschermd hout moest toegeschreven worden. Zoo kon de Commissie reeds in een in December '86 aan de Akademie uitgebracht voorloopig verslag als hare bevinding mededeelen, dat de genoemde houtverwoestster haren nadeeligen invloed inderdaad ook in ons vaderland en wel langs de geheele kust doet gevoelen, overal waar slechts hout voor de zeeweringen gebruikt wordt.

Dit feit was volkomen in overeenstemming met hetgeen [zie Hoofdstuk I van dit rapport] omtrent de geographische verspreiding van Limnoria lignorum bekend was. Het spreekt ook van zelf, dat een dier dat letterlijk aan alle kusten van Groot-Brittanje en Ierland, aan de kust van Frankrijk, aan die van Denemarken en Noorwegen, ja zelfs nabij de Shetland'sche eilanden wordt aange-

Digitized by Google

troffen in een middenstof [hout], die ook in zee nabij de Nederlandsche kust niet schaarsch is en op diepten leeft, die langs onze geheele kust voorkomen, ook tot onze vaderlandsche fauna moest behooren. Eer verwonderen wij er ons over, dat dit zooals nu gebleken is zeer algemeene diertje eerst in 1886 voor die fauna geconstateerd werd! Laat ons echter daarbij bedenken, dat voor zooverre wij hebben kunnen nagaan, de aanwezigheid van dit schaaldier nog altijd niet vastgesteld is in de zoogenaamde Duitsche bocht: een groot kustgebied, langs hetwelk het zeker niet aan voor aantasting geschikt hout zal ontbreken, waar ook aan de overige voor het voorkomen van Limnoria noodzakelijke levensvoorwaarden voldaan wordt en waar, wij gelooven dit gerust te kunnen verklaren, het kleine diertje dan ook ongetwijfeld voorkomt. Zoolang er niet stelselmatig gezocht en waargenomen wordt, blijft er veel aan het toeval overgelaten: de bij gelegenheid van het Limnoria-onderzoek door een der leden der Commissie waargenomen snuitkever [Phloeophagus spadix] bewoont tal van paaleinden langs de geheele Friesche en Groningsche kust: het is dus een onzer algemeenste torren en toch had men het dier vóór 1886 nog niet anders waargenomen dan sporadisch en slechts in zeer enkele exemplaren: vóór '86 was het voor onze vaderlandsche entomologen, die het in aantal zoowel als in naarstigheid verre van onze carcinologen winnen, een der zeldzaamste kevers van onze fauna!

Voortgezet onderzoek heeft later de Commissie doen inzien, dat de conclusie in haar voorloopig verslag van December '86 uitgesproken, voorbarig is geweest, in zooverre als de Limnoria niet in de zeeweringen *langs de geheele kust* voorkomt, maar uitgestrekte gedeelten van hare verwoestingen vrij blijven. Dat voorkomen is n.l. gebleken in de aller eerste plaats afhankelijk te zijn van het zoutgehalte van het zeewater: terwijl de Oosterschelde tot nabij Bergen op Zoom door Limnoria geteisterd wordt, blijft de Westerschelde boven Vlissingen van de aanvallen van L. verschoond; eveneens ontbreekt Limnoria in het zuidelijk deel [het grootste deel] der Zuiderzee en is zij tot nog toe ook niet nabij Delfzijl en in het daar bezuiden gelegen deel van den Dollart waargenomen. Terwijl het zoutgehalte van het zeewater op al de door Limnoria aangetaste punten betrekkelijk hoog is, 2—3 pCt., ofschoon niet altijd dezelfde hoogte behoudende, zijn de punten, die door Limnoria gemeden worden, zulke, waar het zoutgehalte gering is, hetzij blijvend, hetzij, ten gevolge van aanhoudende spuiingen, gedurende een zeer groot gedeelte van het jaar.

Digitized by Google

De commissie heeft gemeend aan deze beperking in de verspreiding, veroorzaakt door een geringer zoutgehalte van het zeewater, hare bijzondere aandacht te moeten schenken. Zooveel mogelijk werd bij het plaatselijk onderzoek van proeflatten tegelijk het specifiek gewicht van het water bepaald; op meer gewichtige punten — Wemeldinge, IJmuiden, Harlingen en Nieuwe Bildt — organiseerde de Commissie stelselmatige waarnemingen van het soortelijk gewicht en de temperatuur van het zeewater. In de aan dit rapport toegevoegde Bijlage No. 2 zijn de resultaten dier waarnemingen, die van 1887 tot 1890 werden voortgezet, opgenomen. Om de verschillen in specifiek gewicht van enkele voor het Limnoria-onderzoek belangrijke plaatsen duidelijker voor te stellen is [zie Plaat VII] de graphische methode te hulp geroepen. Voor het jaar 1888 is voor de plaatsen Harlingen, Wemeldinge en IJmuiden telkens van tien dagen de gemiddelde areometerstand van het zeewater, waargenomen iederen dag om 2 uur 's middags, berekend; de aldus verkregen cijfers zijn op de gewone wijze door eene voor de verschillende plaatsen verschillend aangeduide lijn vereenigd. Met de lijnen voor de bovengenoemde plaatsen zijn op dezelfde wijze berekende lijnen voor het specifiek gewicht van het zeewater in het Marsdiep, voor het zeewater nabij Urk en nabij de Lemmer op dezelfde plaat uitgezet.

In het Marsdiep, waar [aan de kust bij den ingang van de haven het Nieuwediep b.v.] Limnoria zeer algemeen is, is het zoutgehalte hoog, gemiddeld 3.13 pCt. *). Niet onbelangrijk geringer is het gemiddelde zoutgehalte van het water nabij den noordelijken ingang van het kanaal door Zuid-Beveland n.l. 2.75 pCt. Dat zoutgehalte is — zooals ook uit de graphische voorstelling blijkt — aan grootere schommelingen onderhevig, dan op het Marsdiep het geval is: soms is het weinig hooger dan 2.3 pCt., soms bedraagt het ver boven de 3 pCt.! In veel hooger mate nog is dit het geval met Harlingen en IJmuiden.

*) Het gemiddelde der areometerstanden was aanvankelijk berekend zonder deze alle tot eene zelfde temperatuur te herleiden. Was het ook waar, dat men op die wijze een gemiddelde berekende van niet volkomen vergelijkbare grootheden, zoo scheen ons dat in dit geval minder nadeelig te zijn, daar men op dezelfde wijze te werk ging voor alle plaatsen, waar waarnemingen ingesteld werden, de temperatuurverschillen zich voor alle in nagenoeg gelijke mate zouden hebben doen gelden, en het doel toch ook alleen was die verschillende plaatsen met elkander te vergelijken. Ten overvloede werden later dezelfde cijfers berekend voor op dezelfde temperatuur [17.5° C.] herleide areometerstanden. De roode lijnen van Plaat VII zijn met behulp van de aldus verkregen cijfers getrokken.

Digitized by Google

Zooals reeds met een enkelen blik op de graphische voorstelling blijkt, is het soortelijk gewicht van het water te IJmuiden — behoudens enkele uitzonderingen — geringer dan dat te Harlingen. Te IJmuiden varieert het — soms binnen enkele dagen — tusschen 1.3 pCt. en nagenoeg 3 pCt. Evenals in Harlingen blijft Limnoria er goed in 't leven: het is mogelijk, dat zij zich op laatstgenoemde plaatsen niet zoo snel vermenigvuldigen, dat zij er niet zoo goed gedijen, als op plaatsen, waar het zoutgehalte constant grooter is, zij laten zich echter door eene zoodanige, lang niet geringe afwisseling volstrekt niet verjagen.

Te Lemmer, waar het zoutgehalte tusschen 0.25 en ruim 1 pCt. varieert, wordt Limnoria lignorum niet waargenomen. Evenmin op Marken en op Urk. Op laatstgenoemde plaats, waar de paalworm voorkomt, bedraagt het zoutgehalte gemiddeld 1.14 pCt. Soms is de areometerstand hier zoo hoog [1.3 à 1.4 pCt.], dat hij de lagere te IJmuiden waargenomen standen evenaart of zelfs nog overtreft: dat Limnoria hier niet voorkomt, bewijst in ons oog, dat het bij hare verspreiding vooral op een hoogeren gemiddelden stand aankomt.

Komen wij noordelijker in de Zuiderzee, dan verdient in de eerste plaats vermelding, dat de Limnoria tot nog toe noch te Enkhuizen, noch te Stavoren is waargenomen. Op beide plaatsen werden gedurende langen tijd proeflatten [gewone vuren en greenen latten] in het water geplaatst, zij bleven echter onaangetast. Op deze punten werden geene reeksen van waarnemingen omtrent het zoutgehalte ingesteld. Wij beschikken echter voor beide plaatsen over op verschillende tijdstippen gedane waarnemingen en deze maken een oordeel mogelijk.

Aan den ingang van de haven van Enkhuizen en in de naaste omgeving varieert de areometerstand tusschen 1.0075 en 1.013. Uit een twintigtal bij verschillende gelegenheden [zoowel voor het Limnoria-onderzoek als voor dat der Zuiderzee-visscherij door Dr. Hoek] ingestelde waarnemingen, het gemiddelde berekenende, kwamen wij tot eenen areometerstand van 1.009, overeenkomende met een zoutgehalte van 1.18 pCt. Buiten de haven van Stavoren werd een specifiek gewicht van 1.009 en bij een andere gelegenheid van 1.014 waargenomen. Hooger dan dit laatste eijfer zal de areometerstand daar ter plaatse vermoedelijk slechts zelden zijn, lager komt hij waarschijnlijk nog wel: nemen wij een gemiddelden stand van 1.011 aan, dan zal dit vermoedelijk niet veel van de werkelijkheid verschillen. Die stand van den areometer geeft een zoutgehalte aan van gemiddeld 1.44 pCt.

Tusschen beide plaatsen in, ongeveer nabij de ton van de Hof-

Digitized by Google

stede, werden eveneens op het zoutgehalte betrekking hebbende waarnemingen ingesteld. Zoo op 20 October 1888: bij een thermometerstand van 9° C. wees de areometer toen [kort na hoog water om half één 's middags] 1.0079 aan en op dien zelfden dag 's namiddags om half vijf [kort vóór laag water] 1.0086 bij dezelfde temperatuur van 9° C. Op 16 Juli 1890 om 3 uur 's namiddags, bij het begin van de eb, bij een temperatuur van het water van 19° C., wees de areometer nabij de ton van de Hofstede 1.0115 aan voor het water aan de oppervlakte en 1.0138 voor het water op den bodem [op een diepte van nagenoeg 9 Meter].

Nemen wij voor de doorsnede Enkhuizen-Stavoren een gemiddeld zoutgehalte van hoogstens 1½ pCt. aan, dan zullen wij waarschijnlijk niet zeer ver van de waarheid af zijn: noch daar, noch zuidelijker waar het zoutgehalte nog geringer is, is Limnoria waargenomen. Op de plaatsen met het geringste zoutgehalte, waar Limnoria nog werd aangetroffen [haven van IJmuiden b. v.], bedroeg de hoeveelheid zout gemiddeld een weinig meer dan 2 pCt. De grens voor de verspreiding — voor zooverre die van het zoutgehalte afhankelijk is — moet dus ongeveer tusschen die twee zoutgehalten gezocht worden; of zij korter bij 2 pCt. dan bij 1½ pCt. gemiddeld zoutgehalte ligt, wagen wij niet te beslissen. We mogen niet nalaten er op te wijzen, dat een voornaam hulpmiddel, dat aangewend had kunnen worden, om in deze zekerheid te verkrijgen, niet door ons gebruikt is geworden: dit zou daarin hebben moeten bestaan, dat wij door Limnoria aangetaste stukken hout — waarin die diertjes, ook na dagen buiten het water vertoefd te hebben, nog levend voorkomen — naar plaatsen overbrachten, waar geen Limnoria voorkwam en waar wij meenden, dat dit aan een te gering zoutgehalte moest toegeschreven worden.

Ook ten noorden van de lijn Enkhuizen—Stavoren werd de verspreiding van de Limnoria door ons nagegaan. Zooals wij zagen, komt het kleine dier nabij Harlingen en verder zoowel op een gedeelte kust ten noorden, als ten zuiden van die plaats voor. Door langs de Friesche kust, van Stavoren af noordwaarts, proeflatten te plaatsen, werd getracht vast te stellen, hoever die verspreiding zich zuidelijk van Harlingen uitstrekte. In October 1889, nadat die latten meer dan een jaar in het water waren geweest, werden deze afgenomen en onderzocht. Zij waren geplaatst geweest:

te Stavoren, aan Paal 7 en Paal 20 van de beschoeiing in de haven;
nabij Molkwerum, aan het sluisje genaamd de Molkwerumer Zijl;
te Hindeloopen, aan twee palen van de beschoeiing in de haven;
te Workum, aan het havenhoofd aan den ingang van de haven;

Digitized by Google

te Workum, in de haven aan de beschoeiing nabij de schutsluis;
te Makkum, aan een der palen van het Noorderhoofd;
te Makkum, aan een der palen van het Zuiderhoofd.

Geen van alle waren zij door Limnoria aangetast. Het zeewater in de genoemde havens, nabij de spuisluizen enz., onderzoekende, bleek dit in hooge, doch zeer ongelijke, mate met zoetwater vermengd te zijn: terwijl er gestroomd werd wees de areometer in de haven van Hindeloopen nog een stand aan van 1.0135, terwijl die in de haven van Workum nauwelijks 1.005 was. De invloed van het z. g. stroomen op het zoutgehalte van het water, op niet te grooten afstand van de Friesche kust, schijnt zich in 't algemeen zoo bemerkbaar te maken, dat het zoutgehalte van Stavoren naar Harlingen vrij regelmatig toeneemt. Dit bleek duidelijk toen een onzer na den eenen dag van Stavoren naar Harlingen gestoomd te zijn en bij die gelegenheid op zeven verschillende punten den areometer- en den thermometerstand van het zeewater bepaald te hebben, den volgenden dag dezelfde reeks waarnemingen in omgekeerde volgorde instelde. Wij laten ter verduidelijking de resultaten dier waarnemingen hier volgen:

DATUM	PLAATS DER WAARNEMING		Areometer	Thermometer
23 X. 1889.	Even bezuiden haven van Stavoren................		1.014	11° C.
»	Scherm in toren van Stavoren 500 M. uit den wal...		1.0133	10.7
»	Dwars van Hindeloopen. 1000 M. uit den wal......		1.013	10.3
»	Dwars van Workum. 2000 M. uit den wal.........		1.0135	10
»	Dwars van Makkum. 3500 M. uit den wal.........		1.015	10
»	Dwars van Surig. 1600 M. uit den wal...........		1.0156	10
»	Bij Harlingen. 800 M. zuidelijk van ingang haven...		1.0175	10
24 X. 1889.	Dwars van Surig............	Ongeveer op dezelfde plaatsen als den vorigen dag.	1.016	10
»	Dwars van Makkum.........		1.015	9.8
»	Dwars van Workum.........		1.0141	10
»	Dwars van Hindeloopen.... .		1.0142	10.2
»	Scherm in toren van Stavoren.		1.0142	10.3
»	Even bezuiden haven van Stavoren................		1.0134	10.3

Benoorden Harlingen heeft men eerst een vijftal kilometers [tot 1 kilometer benoorden Roptazijl] waar men Limnoria te vergeefs zoekt. Dan komt het kleine dier over een 15 kilometer lang kustgebied vrij algemeen voor en het ligt voor de hand te vermoeden, dat ook

Digitized by Google

hierbij het zoutgehalte de hoofdrol speelt. Voor het tusschen Harlingen en Roptazijl gelegen kustgebied doet zich de vereenigde werking van de loozingen der sluizen aan de eindpunten wellicht te sterk gevoelen, terwijl voor het ten noorden daarvan gelegen kustgedeelte zich de rechtstreeksche invloed van het door de Meep uit het Vliegat aangevoerde zeewater doet gelden. Het voorkomen van Limnoria te Harlingen zelf, en op een afstand van 3 kilometer bezuiden die plaats, bewijst echter, dat reeds een klein verschil in physische gesteldheid van invloed kan zijn.

De Friesche kust in noordelijke richting volgende, is Limnoria eindelijk ook te Oostmahorn aangetroffen. Aan deze aan den ingang van de Lauwerzee gelegen plaats werd het dier in Mei 1887 door den waarnemenden Hoofdingenieur DE BRUYN waargenomen op 0.5 M. beneden A. P. in een greenenhouten traptrede van het opscheepshoofd. Omtrent het zoutgehalte van het water in het Friesche Gat werden geen waarnemingen ingesteld; vermoedelijk zal het er gemiddeld wel hooger, niet lager zijn dan b. v. te Harlingen.

Aan de westkust van het benoorden de lijn Enkhuizen-Stavoren gelegen gedeelte der Zuiderzee schijnt de Limnoria zich niet zeer ver te verspreiden. Te Nieuwediep en te Oude Schild op Texel is Limnoria zeer algemeen en verder werd zij alleen nog nabij den Oever op Wieringen gevonden. Te Westerland op Wieringen, [ongeveer tegenover Ewyksluis] door de Commissie aan het steigertje bij de kruitmagazijnen bevestigde proeflatten gingen in den winter van 1890—91 met een deel van den steiger door ijsgang verloren. In 1891 werden daar opnieuw proeflatten vastgemaakt, doch deze werden andermaal in den winter 1891—92 door het ijs weggeslagen. De daar geplaatste steigerpalen werden door uwe Commissie bij herhaling onderzocht, zij vertoonden geen aantasting van Limnoria, terwijl Teredo er zeer algemeen voorkomt en de door haar aangerichte schade daar niet onbeduidend is. Nabij de Ewijksluis is het zoutgehalte van het zeewater aan groote schommelingen onderhevig. Op 5 Augustus 1890 wees de areometer bij een temperatuur van het water van 22° C. nabij de Ewijksluis een specifiek gewicht 1.0146 aan, terwijl op 10 November 1890 de areometerstand voor het water in het Amsteldiep, bij den toren van Westerland, 1.0217 was.

Aan de Noord-Hollandsche kust tusschen Ewijksluis en Wieringen [langs Kolhorn en Medemblik] werd Limnoria niet waargenomen, ofschoon bij herhaling door een der leden uwer Commissie met name nabij Medenblik daarnaar gezocht werd en daarop betrekking hebbende inlichtingen werden ingewonnen. De Commissie beschikt niet

Digitized by Google

over resultaten van voortgezette waarnemingen, op het zoutgehalte van het zeewater langs dat gedeelte der kust betrekking hebbende.

Voor het zuidelijk deel van ons land kunnen wij na deze meer uitvoerige toelichting van het verband tusschen zoutgehalte en voorkomen van Limnoria, die de Friesche kust ons aan de hand deed, kort zijn. Aan de Maasmonden — met uitzondering alleen van de hoofden aan den Hoek van Holland — werd Limnoria niet waargenomen; ook niet te Hellevoetsluis, noch aan de overzijde, aan den mond van het Haringvliet. Te Brouwershaven onderzocht de Commissie tal van dukdalven en Walcheren'sche staken bij laag water, zonder Limnoria aan te treffen; op het droge liggende dukdalfpalen, die in de haven geplaatst geweest waren, bleken sterk door Teredo aangetast te zijn, van aantasting door Limnoria was echter geen spoor te vinden. Bij die gelegenheid het zoutgehalte van het water bepalende, zoo namen wij bij een temperatuur van 9° C. een stand van 1.0156 waar. Dit was in de geul van de haven langs de slikken, ongeveer bij half tij; een weinig verder naar buiten (dwars van het peilschaalhuisje) wees de areometer 1.0158 aan. Dit schijnt echter een voor Brouwershaven betrekkelijk lage stand te zijn geweest, in Bijlage N°. 2 zijn ook enkele op het zoutgehalte van het water nabij Brouwershaven betrekking hebbende cijfers opgenomen. Ook te Oude Hoeve [Renesse] werden op verzoek van de Commissie areometerwaarnemingen gedaan [Bijlage N°. 2]; ongetwijfeld ontbreekt het voor Limnoria gewenschte zoutgehalte hier niet en dat de hier geplaatste proeflatten van de aanvallen van dit dier verschoond zijn gebleven, moet vermoedelijk toegeschreven worden aan de omstandigheid, dat hier de gelegenheid ontbrak die latten beneden AP te bevestigen. Laagwater te Renesse is 1.3 M. — AP en nu was het alleen mogelijk de proeflatten aan te brengen op 1.3 M. + laagwater tot op 3.30 M. + laagwater.

Aan den stoombootsteiger te Zijpe en aan het hoofd te Zierikzee werden de proeflatten binnen korten tijd door Limnoria aangetast en zooals uit Bijlage 2 blijkt, is het zoutgehalte van het zeewater daar meer dan hoog genoeg. Ditzelfde blijkt voor tal van andere plaatsen, aan de Oosterschelde gelegen, het geval te zijn.

Voor de Westerschelde werden behalve te Vlissingen, waar het zoutgehalte van het water voldoende groot en Limnoria algemeen is, stelselmatige areometerwaarnemingen ingesteld te Hansweerd en te Bath. De resultaten dier waarnemingen zijn eveneens in Bijlage 2 opgenomen.

Het gemiddelde berekenende van de voor Bath waargenomen cijfers, komt men tot 1.013 soortelijk gewicht voor het water daar ter plaatse,

voor Hansweerd echter tot een aanmerkelijk hooger eijfer n. l. 1.017. Van de verschillende op de Westerschelde door de Commissie geplaatste proeflatten konden alleen die van Vlissingen, Hoedekenskerke en Fort Bath nader onderzocht worden. Ook te Borsele en te Hansweerd waren op verzoek der Commissie in Mei 1886 proeflatten geplaatst; toen ze in October 1887 onderzocht zouden worden, bleken diegene, die bij Borsele geplaatst waren geweest, weggeslagen te zijn door ijs of storm, terwijl die van Hansweerd, naar men ons mededeelde, gestolen waren. Daar echter de latten van Hoedekenskerke reeds hetzelfde negatieve resultaat opleverden, als die van Bath en men daaruit meende te kunnen afleiden, dat ook de daartusschen gelegen punten aan de zuidkust van Zuid-Beveland vrij van Limnoria zouden zijn, is toen niet tot een vernieuwde plaatsing van proeflatten overgegaan.

Te Hoedekenskerke werden geen areometer-waarnemingen ingesteld; het is dus mogelijk, dat de gevolgtrekking voor de tusschen die plaats en Bath gelegen kuststreek een voorbarige is geweest, in zooverre als het niet geheel onwaarschijnlijk is, dat daar, waar te Hansweerd de areometer-bepalingen plaats vonden, een grooter zoutgehalte regel was en dit veroorzaakt werd doordat hier, waar het Zuid-Bevelandsche kanaal uitmondt, Oosterschelde-water, dat zouter is dan het water op de Westerschelde, eenigen invloed uitoefende. Zoo zouden de hoogere areometerstanden te Hansweerd waargenomen, zich laten verklaren en het niettegenstaande die hoogere eijfers toch juist kunnen zijn, dat Limnoria op de Westerschelde boven Borsele niet voorkwam.

Uwe Commissie meent hiermede in hoofdzaak, en voor bepaalde kustgedeelten ook in bijzonderheden, te hebben aangetoond, dat er tusschen het voorkomen van Limnoria aan eenige plaats en het soortelijk gewicht van het zeewater te dier plaatse een nauw verband bestaat.

Digitized by Google

HOOFDSTUK IV.

De voorwaarden, van welke het voorkomen van Limnoria verder afhankelijk is.

We toonden in het eerste hoofdstuk aan, dat de kleine Isopode Limnoria lignorum over een uitgestrekte kustgebied verspreid voorkomt en dat men haar b. v. aan de meeste de Noordzee omgevende punten, die men daarop onderzocht, heeft aangetroffen. De voor de hand liggende gevolgtrekking, dat dit schaaldier ook aan de Nederlandsche kust te vinden zou zijn, vond bevestiging in hetgeen in het derde hoofdstuk van dit rapport werd medegedeeld: Limnoria lignorum bleek een der gemeenste Isopoden te zijn van onze fauna. In zijne verspreiding aan de vaderlandsche kust wordt het kleine dier — voor zooverre wij hebben kunnen nagaan — alleen belemmerd door onvoldoend zoutgehalte van het water. Oorspronkelijk moet het een in zeewater van ruim 3 pCt. zoutgehalte levend dier zijn; vermenging van dat zeewater met zoet water, zooals nabij onze kust op zoo tal van plaatsen geschiedt, verstoort de Limnoria alleen dan, wanneer dientengevolge het zoutgehalte van het water tot beneden 2 pCt gemiddeld daalt.

Laat ons in dit hoofdstuk de vraag nader onder de oogen zien, of het natuurlijk voorkomen aan eenig punt der kust, waar het zoutgehalte groot genoeg is, nog van andere voorwaarden afhankelijk is.

In nauw verband met het zoutgehalte staat de temperatuur van het water. In zooverre als de praktijk meêbrengt, dat men dit zoutgehalte door middel van een areometer of dichtheids-meter bepaalt, en ook de temperatuur op die dichtheid invloed uitoefent, mag natuurlijk bij geen areometer-aflezing een gelijktijdige bepaling van de temperatuur van het water verwaarloosd worden. In een aanmerking in het vorige hoofdstuk deelden wij echter reeds mede, waarom wij aanvankelijk gemeend hadden, het aanbrengen der correctie, die de waargenomen areometerstanden eerst inderdaad vergelijkbaar zoude gemaakt hebben, te mogen nalaten. Later zijn wij er voor de op Plaat VII weêrgegeven graphische voorstelling toch

toe overgegaan die correcties aan te brengen: op den loop der lijnen wordt door die correcties echter geen zeer aanzienlijken invloed uitgeoefend. Ook overigens komt ons de beteekenis van de temperatuur van het water voor de verspreiding van Limnoria niet zeer groot voor, daar uit de geographische verspreiding van dit dier blijkt, dat het — met uitzondering misschien van de aan de Arctische zee grenzende — aan alle kusten van Europa en Noord-Amerika voorkomt. Wij beschikken niet over cijfers om de gemiddelde jaarlijksche temperatuur van het zeewater van de Adriatische zee b. v. te vergelijken met die van de zee nabij de kust van Noorwegen of van de St. Lawrence-baai — in ieder geval komt ons dat verschil vrij aanzienlijk voor!

Limnoria heeft evenals andere in zee levende dieren een bepaalde bathymetrische verspreiding. HARGER zegt, dat zij aan de kust van New England aangetroffen is op een diepte van 0 tot 10 vadem, maar dat zij als regel boven de laagwaterlijn en niet ver daar beneden verkeert en COLDSTREAM merkte op, dat men haar zeer vaak aantreft in palen een weinig onder de hoogwaterlijn, waar zij dus gedurende de grootste helft van een etmaal niet door water omgeven wordt. Voor de Fransche kust deelde CLAVENAD mede, dat hij Limnoria [dit moet dan zijn: Limnoria en Chelura] niet aantrof in de onderste 50 centimeter boven het nulpunt van den hydrometer en dat haar vernieling ophoudt op de hoogte van hoogwater in de doode-tijden. Van 50 centimeter boven het nulpunt tot 1.5 Meter hooger [dus tot op 2 M. van het nulpunt] neemt haar aantal en dus de beteekenis der vernieling regelmatig toe, om daarna weêr af te nemen, tot op de gemiddelde hoogte van hoogwater in de doode tijden. STEVENSON geeft „half-tide level" als de gevaarlijkste hoogte, waar men aan de aanvallen van Limnoria het meeste blootstaat, aan.

Uit onze onderzoekingen bleek, dat de voorstelling, zooals ze door de bovengenoemde schrijvers gegeven wordt, in 't algemeen juist is. Er moet echter onderscheid gemaakt worden tusschen plaatsen, waar Limnoria nog wel voorkomt, en zulke, waar dit dier zich het liefst schijnt op te houden en dus de grootste schade aanricht. Eenige voorbeelden van sterkere aantasting mogen dit duidelijk maken.

In de haven van Oude Schild op Texel onderzochten wij in April 1886 de schoeiing aan de zuid-westzijde van de haven. Van de laagwaterlijn af aan, tot ongeveer 0.35 M. daarboven, bleken de meeste palen dermate vernield, dat zij alleen nog door de gording in samenhang gebleven waren. Ook de planken achter die palen bleken op nagenoeg dezelfde hoogte sterk door Limnoria aangetast te zijn. Ofschoon ook de paalworm aan deze verwoesting schuld

had, toonde het eigenaardige voorkomen van het oppervlak der nog aanwezige houtdeelen, dat Limnoria de hoofdschuldige was. Tallooze exemplaren van Limnoria — ten overvloede deelen wij dit mede — werden uit deze overblijfselen van palen en planken voor den dag gehaald. Boven 0.35 M. vertoonde zich hier en daar nog aantasting van Limnoria; deze was echter van oneindig minder beteekenis.

Op 15 September 1886 onderzochten wij de palen van de hoofden der zeewering nabij St. Anna Parochie [Friesland]. Van den zeedijk af loopen hier z.g. hoofden dwars de zee in; de vlak bij den dijk geplaatste palen komen met hun kruin ongeveer op de hoogwaterlijn, die verder van den dijk afstaan, reiken minder hoog, de verste hebben hun kruin ongeveer 1.5 M. beneden hoogwater. Op een hoogte van ongeveer 30 centimeter boven de laagwaterlijn bleken vele der deze hoofden samenstellende palen dermate door Limnoria aangetast te zijn, dat van de oorspronkelijke dikte der palen [25 centim. in het vierk.] nog slechts een dikte van 5 × 6 centimeter overig was. Een goede ruk was voldoende om dergelijke palen af te breken. Voor zooverre men dat nog aan een nagenoeg geheel weggevreten paal kon beoordeelen, was de indruk ongetwijfeld deze, dat het wegknagen van het hout het werk is van de Limnoria's en dat eerst in de tweede plaats Teredo aan de vernieling heeft deelgenomen. Hooger op vertoonden de palen slechts hier en daar kleine groeven, die men aan Limnoria zou kunnen toeschrijven: hun werkzaamheid had zich hier zeer beslist geconcentreerd op een hoogte van ongeveer 10 tot ongeveer 40 centimeter boven laagwater.

Te Wemeldinge onderzochten wij [in Januari '86] o. a. koppen van dennen palen, die sedert jaren in het water gestaan hadden aan de oostzijde van de buitenhaven. De palen waren tot aan de borst bewormnageld, de borst zelf en de pen waren echter geheel onbeschermd gelaten. Terwijl de palen vrij gebleven waren, bleken deze pennen sterk door Limnoria aangetast te zijn. Zij waren ongeveer 20 centimeter lang en bevonden zich met hun onderste gedeelte ongeveer 1 meter boven laagwater.

Een weinig lager nog [ongeveer 70 centim. tot 1 meter boven laagwater] troffen wij z. g. Walcheren'sche staken aan, die eveneens sterk door Limnoria aangetast waren. De aantasting te Wemeldinge grijpt dus op een eenigszins grootere hoogte boven laagwater plaats, dan te Oude Schild en te St Anna Parochie het geval is. Waarschijnlijk hangt dit samen met het veel grootere verschil in hoogte tusschen hoog- en laagwater, dat Wemeldinge van de andere bovengenoemde plaatsen onderscheidt.

Digitized by Google

Het resultaat met het plaatsen van proeflatten, voor het bepalen der hoogte, waarop de meeste aantasting plaats grijpt, verkregen, heeft in hoofdzaak bevestigd, wat uit de drie bovengenoemde gevallen reeds gebleken was: indien men de hoogte tusschen de hoog- en laagwaterlijn in twee helften verdeelt, dan treft men de meeste Limnoria aan in de onderste helft; waar die hoogte groot — het verschil tusschen hoog- en laagwater dus aanzienlijk is — zitten de Limnoria's korter bij de lijn van half tij; waar het verschil geringer is, moet men ze dichter bij de laagwaterlijn zoeken. Regel schijnt het dus te zijn, dat Limnoria bij elk laagwater een tijd lang droog komt, dat zij echter het grootste deel van elk half etmaal onder water doorbrengt.

Het is hier de plaats om te herinneren aan vergissingen, die bij herhaling voorkwamen en die, zoolang hun onjuistheid niet gebleken was, voor Limnoria een veel verdere bathymetrische verspreiding schenen aan te toonen. Van de landpunt Reide nabij Termunten aan de N. O. kust van de provincie Groningen werden aan de Commissie stukken hout van de zeewering toegezonden, die ter hoogte van 0.25 à 0 30 M. boven hoogwater door een dier, naar men bij het afzenden der stukken hout schreef, vermoedelijk Limnoria, aangetast waren. De vernieler bleek een snuitkever te zijn en Dr. Ed. Everts te 's Hage, wiens hulp door de Commissie was ingeroepen, determineerde het dier als Phloeophagus spadix. Het zelfde dier werd in de even boven het water uitstekende paaleinden der zeeweringen aan de Friesche kust aangetroffen. Ook hier meende men met Limnoria te doen te hebben. Bij onderzoek wees men ons de plaatsen, waar het diërtje aangetroffen was: even boven, gelijk met en even beneden volzee. Groeven en openingen aan het oppervlak der palen toonden aan, dat hier een gangen-gravend dier aan het werk was: spoedig gelukte het een groot aantal snuitkevers en hunne witte larven te verzamelen

Aan den Vliete Polder [noordkust van Noord-Beveland] bleek het oude rijswerk, toen dit in het najaar van 1886 werd afgenomen, om door basaltglooiing vervangen te worden, zeer sterk door Limnoria aangetast, ja grootendeels door dit dier vernield te zijn. Volgens de mededeelingen, die der Commissie verstrekt werden, zou die verwoesting zich uitgestrekt hebben van laagwater [1.58 M. — AP] tot ruim 1 M. + AP. In sommige, van de ons vandaar toegezonden houtmonsters troffen wij inderdaad Limnoria aan; in andere vonden wij evenwel poppen van insecten. De houtmonsters werden ons toegezonden, nadat zij een tijdlang — eenige weken — op het droge hadden gelegen; de hoogte, waarop zij gezeten hadden, was

Digitized by Google

niet aangeduid; wij hebben echter alle reden om aan te nemen, dat ook hier de verspreiding van Limnoria zich niet over 2.5 M. zal uitgestrekt hebben en dat in het bovenste uiteinde een insect het werk van het kleine schaaldier heeft overgenomen. Dat insect werd niet nader door ons onderzocht: wij vermoeden echter, dat ook hier de kleine snuitkever [Phloeophagus [Codiosoma] spadix] de schuldige is *).

Overigens bleek ons bij voortgezet onderzoek, dat de Limnoria zich onder omstandigheden, volstrekt niet aan eenen algemeenen regel houdt. Het beste blijkt dit, wanneer wij uit de vele door de Commissie verzamelde, op de verspreiding in de diepte betrekking hebbende, gevallen diegene uitzoeken, die meer in bijzonderheden hun voorkomen behandelen. Wij laten die hieronder volgen.

A. Waterschap het Nieuwe Bildt. De aantasting door Limnoria strekte zich hier uit van 0.6 M. — tot 0.1 M. — AP. Hoogwater is hier 0.89 M. + AP, laagwater 0.64 M. — AP, half tij dus op 0.12 M. + AP.

B. Harlingen. Een 3 M. lange tegen den buitensten paal van den houten kop van het zuiderhavenhoofd met den bovenkant op 1.06 M. + AP geplaatste proeflat, zat met zijn ondereinde 1 decimeter in den bodem. 1.94 M. zat dus beneden AP, of, omdat laagwater te Harlingen 0.49 M. — AP is, 1.45 M. beneden laagwater. De hoogste Limnoria's zaten ongeveer 0.40 M. — AP, de laagste in gangen aangetroffen dieren zaten ongeveer 1.70 M. — AP [1.20 M. beneden laagwater].

C. Vijf deelen zeedijken buitensdijks [3 kilometer bezuiden Harlingen.] Een voor het vastmaken van fuiken of netten in het water geplaatste staak bleek op een afstand = 0.45 M. — AP [ongeveer op de hoogte van laagwater] door Limnoria aangetast te zijn.

D. Oude Schild op Texel. Hier werden 20 proeflatten geplaatst. Limnoria tastte deze aan van 0.50 M. beneden hoogwater tot 2.20 M. daar beneden. Het verschil tusschen hoog- en laag-

*) In 1889 werd door den Heer Mr. A. J. F. FOKKER, Voorzitter van het Bestuur van het waterschap Schouwen, een opstel uitgegeven [*Tijdschr. v. Entomol.* XXXII. 1889. blz. 401], waarin hij eenen nieuwen vijand onzer zeeweringen bespreekt. Dit is een kever: Nacerdes melanura of juister nog zijne larven; deze verwoesten de perkoenpalen echter uitsluitend boven hoogwater. In tegenstelling van hetgeen wij voor den kleinen snuitkever konden vaststellen, deelt de Heer FOKKER mede, dat „herhaalde kennismaking met zeewater doodelijk voor haar [de larven van Nacerdes melanura] schijnt te zijn".

water is hier ongeveer 1.05 M. Laatstgenoemde diepte van 2.2 M. beneden volzee vindt men nabij de buitenste palen van het oosterhavenhoofd [zooals dit in 1886 was].

E. Nieuwediep. Aan de buitenste palen van het Wierhoofd gespijkerde proeflatten werden aangetast van 0.95 M. beneden hoogwater tot 1.70 M. beneden hoogwater. Laagwater te Nieuwediep is ruim 1.10 beneden hoogwater: de aantasting strekte zich dus hier uit tot ongeveer 60 centimeter beneden laagwater.

F. IJmuiden. In een aan den dukdalf tegenover de Semaphore geplaatste proeflat kwam Limnoria voor van 1.20 M. — tot 0.70 M. — AP. Laagwater te IJmuiden is 0.82 M. beneden AP: de verspreiding grijpt dus daar plaats van 0.12 M. boven tot 0.38 beneden laagwater.

G. Hoek van Holland. Een aan een der buitenste schermpalen aan de noordzijde van het Noorderhoofd geplaatste proeflat was zeer sterk aangetast van het benedeneinde, dat 0.5 M. onder laagwater geplaatst geweest was, tot 0.3 M. boven laagwater. De onderste helft van dit 0.8 M. lange, aangetaste gedeelte, was veel sterker aangetast dan de bovenste helft.

H. Tholen. In de Eendracht nabij Tholen geplaatste proeflatten vertoonden de eigenaardige door Limnoria veroorzaakte openingen van 1 M. tot 1.7 M. beneden AP. Laagwater te Tholen is 1.66 M. beneden AP. Het was dus van laagwater tot ongeveer 0.7 daarboven, dat hier de aantasting voorkwam.

I. Stavenisse. Zeer sterke aantasting werd hier waargenomen van 1.80 M. tot 3 M. beneden AP: ongeveer van laagwater tot 1.20 M. daar beneden.

K. Bruinisse. Aan den steiger te Zijpe geplaatste proeflatten vertoonden aantasting van 0.20 M. + AP tot 0.30 — AP. Laagwater te Bruinisse is 1 43 — AP. Die aantasting heeft dus op meer dan een Meter boven laagwater plaats gehad.

L. Zierikzee. Proeflatten aan een der hoofden van de haven geplaatst vertoonden van 2 tot 2.25 M. — AP [ongeveer 0.70 M. beneden laagwater] een zeer belangrijke aantasting door Limnoria.

M. Oostbevelandpolder. Een proeflat geplaatst van 1 M. — tot 3.20 M. — AP was zeer sterk door Limnoria aangetast in den bovensten Meter van haar lengte: ongeveer van laagwater tot 1 M. daarboven.

N. Wemeldinge. Aantasting werd geconstateerd ongeveer op de hoogte van AP, nog even boven AP en verder op vrij aanzienlijke diepte beneden AP. Van 2.75 tot 2.20 M. beneden

Digitized by Google

AP [ongeveer 1.25 M. — 0.70 M. beneden laagwater] werden Limnoria's aangetroffen in proeflatten, die tegen het remmingwerk in de haven bevestigd waren geweest.

O. Vlissingen. Proeflatten aan de binnen- keer- en schutsluis aangebracht waren van 0.75 M. + tot 0.5 M. — AP in hooge mate door Limnoria aangetast [overeenkomende met 1 M. beneden hoogwater tot 1.3 M. boven laagwater].

P. Middelburg. Latten aangebracht aan het zwembad in het Walcheren'sche kanaal waren van 0.25 M. +, tot 0.9 M. + AP door Limnoria aangetast; aan de brug over de Oude Arne vertoonden de proeflatten aantasting van 1 M. +, tot 0.4 M. — AP. [Merkwaardig is het geval van aantasting, dat aan de baden zweminrichting te Middelburg is voorgekomen. Sedert Mei 1878 heeft men het bassin dier inrichting steeds zomer en winter in het water gelaten, met dien verstande, dat het in het najaar van den ballast werd ontdaan, waardoor de vloer ongeveer met het water gelijk kwam te drijven. In het voorjaar van 1884 was die vloer reeds zoozeer door een dier, dat men „den kleinen worm" noemde, aangetast, dat er tusschen de vloerdeelen ruimten van 5 centimeter waren ontstaan. Later bleek deze kleine worm Limnoria lignorum te zijn: waardoor bewezen wordt, dat het dier ook van hout, dat voortdurend ondergedompeld blijft, niet afkeerig is].

Q. Veere. Proeflatten nabij het pontveer geplaatst, waren door Limnoria aangevallen van 1 M. + tot 0.1 M. — AP. Voor deze, noch voor de andere in het kanaal door Walcheren geplaatste proeflatten, komt de hoogte van AP ten opzichte van den middelbaren vloed [resp. eb] te pas; het water in het kanaal wordt op peil [1 M. + AP] gehouden en dientengevolge vertoont de Limnoria-aantasting zich hier hooger ten opzichte van AP, dan buiten het kanaal.

R. Proeflatten aan het remmingwerk aan den noordelijken ingang van het kanaal door Walcheren geplaatst bleken van 1.50 — tot 0.50 — AP, of ongeveer 0.18 beneden tot 0.82 boven laagwater, door Limnoria geteisterd te worden.

De eenige andere voorwaarde, waaraan voldaan moet worden, zal men Limnoria aan eenig punt der kust niet te vergeefs zoeken, is deze, dat het haar daar niet ontbreekt aan hout geschikt om er een holte, om in te wonen, in te boren. Een grootere of geringere hoeveelheid slib, die het hout bedekt, schijnt haar vrij onverschillig te zijn; wat dit punt aangaat schijnt zij minder kieskeurig te zijn dan

de paalworm, waarvan beweerd wordt, dat hij met slib bedekte houtstukken ontziet. Zoowel Limnoria als Teredo treft men echter vaak te zamen aan b. v. in Walcheren'sche staken, die alles behalve vrij van slib te noemen zijn. Een te sterke afzetting van slib tegen het buitenoppervlak aan, moet echter voor beide dieren noodlottig zijn.

Dat er in deze toch een onderscheid bestaat tusschen deze beide houtvernielers, kan niet verwonderen, als wij nagaan op welken leeftijd deze dieren zich verplaatsen en een nieuw stuk hout aantasten. De paalworm verplaatst zich alleen in de allereerste periode van zijn bestaan: evenals de oester doorloopt hij eene gedaanteverwisseling en tot de eigenaardigheden van het larvestadium behoort, dat het diertje zich dan vrij kan bewegen; een dergelijke paalworm-larve is buitengewoon teeder, een onderdeel van een millimeter groot en is niet in staat zich aan hout, dat met een behoorlijke sliblaag bedekt is, te hechten, noch zich daarin te boren *): een laagje slib op de planken van een oesterput uitgespreid, beschermt deze tegen de aanvallen van den paalworm.

Bij de Limnoria's zijn het echter de volwassen dieren, die zich verplaatsen: onderzoekt men een kort te voren in het water geplaatst stuk hout, dat nog slechts op een enkel punt door L. aangevallen is, dan kan men zeker zijn, dat het een volwassen exemplaar, in den regel een vrouwelijk dier met eieren in de broedholte is, dat men aantreft. In verhouding van een paalworm-larve is een volwassen Limnoria een krachtig dier, dat niet voor een laagje slib behoeft terug te deinzen: voor Limnoria geldt dus het voorbehoedmiddel, dat voor den paalworm zoo dienstig gebleken is, niet in dezelfde mate.

De klauwtjes aan het einde der talrijke pootjes, de eigenaardige tandjes op het oppervlak dier pootjes, de haken der uropoden, de getande schubjes aan het oppervlak van aanhangselen en lichaam, die wij in het tweede hoofdstuk hebben beschreven en die men zou kunnen vergelijken met de stekeltjes van het kleefkruid, deze werktuigjes alle te zamen stellen de Limnoria in staat, zich aan het oppervlak van in het water geplaatste houtdeelen vast te houden en haar aanval te beginnen.

Het lag voor de hand te vermoeden, dat het den kleinen diertjes moeielijker zou vallen, zich aan een zeer glad oppervlak vast te houden, dan aan een dat ruwer was. Tot onze proefnemingen heeft

*) Het aan oesterkweekers wèl bekende feit, dat de oesterlarfjes zich niet hechten aan de collecteurs, als deze met een laagje slib bedekt zijn, verdient hier in herinnering gebracht te worden.

Digitized by Google

daarom ook behoord, naast gewone ongeschaafde stukken lat zulke te plaatsen, die een zoo glad afgeschaafd oppervlak vertoonden, als men maar verkrijgen kon. Die proefnemingen leverden echter geen resultaat op, hoogstens zou men kunnen zeggen, dat het iets langer heeft geduurd, voor de Limnoria de geschaafde lat aantastte: na verloop van een jaar tijd was ook de geschaafde lat op zeer talrijke plaatsen door Limnoria aangetast. De Commissie kreeg den indruk, dat de Limnoria op een in water loodrecht geplaatst glad oppervlak zich even zeker beweegt, als b.v. een vlieg over een verticaal staande glasruit.

Voor zooverre wij, zoowel door eigen onderzoek als door te overwegen wat vroegere onderzoekers hebben medegedeeld, ons daaromtrent een meening hebben kunnen vormen, is het uitsluitend *in hout*, dat de Limnoria boort. Wij hebben geen aanleiding kunnen vinden geloof te schenken aan het door SEMPER ([36]) medegedeelde bericht, dat hij Limnoriagangen in vaste kalksteen geboord zou hebben aangetroffen. Ook meenen wij alleen met groot voorbehoud melding te mogen maken van de mededeeling van ANDREWS ([8]), die beweert Limnoria waargenomen te hebben bezig met het aantasten van de guttapercha-bekleeding van onderzeesche telegraafkabels.

De eischen, die Limnoria lignorum dus in de eerste plaats aan het leven stelt, komen neêr op een stuk hout, op behoorlijke diepte, liefst beneden halftij, in een zeewater van een niet te laag zoutgehalte geplaatst! Voor haar schijnt op die wijze ook reeds voldaan te zijn aan een eisch, die voor het leven van de meeste dieren een zoo uiterst gewichtige is, de eisch naar voedsel. Evenals enkele der onderzoekers, die vóór 1886 Limnoria onderzochten, vonden wij in den darminhoud van Limnoria slechts houtvezels en andere van het geknaagde hout afkomstige overblijfselen: wanden van houtcellen met hofstippels, schilfers, ringvormige verdikkingen van de wanden der houtcellen, die blijkbaar harder geweest waren en dus vrij wel onbeschadigd gebleven waren. Deze Isopode verstaat blijkbaar de kunst uit het hout af te zonderen, wat zij voor haar voeding behoeft. Of dit haar eenige voedsel is, is natuurlijk moeielijk uit te maken. Dringt een dergelijk dier verder in het hout in, dan wordt de kans om door van buiten af aangevoerd voedsel bereikt te worden, hoe langer hoe geringer. De holte, waarin het dier zit, omsluit het dan bovendien zoo volkomen met zijne wanden, dat niet gemakkelijk ander voedsel — Infusorien, lagere organismen — naar den tegen het hout aangedrukten mond zal kunnen geraken.

Het is hier de plaats om te herinneren aan een ander door een onderzoek van HUGO DE VRIES ([16]) bekend geworden geval, waarin

Digitized by Google

houtvezels eveneens een groote rol speelden bij de voeding van een tot deze zelfde orde van schaaldieren behoorend dier. Wij bedoelen de waterpissebedden [Asellus aquaticus], die zich in de donkere ruimten der Rotterdamsche waterleiding met het hout der balken, waarop de filters rustten, gevoed hadden. Het geval is echter in zooverre verschillend, als deze diertjes zich niet uitsluitend met de houtvezelen gevoed hadden, maar ook de op dat hout levende kleinere en grootere bacteriën [rottingsbacteriën, Beggiatoa, Cladothrix en Crenothrix] en schimmelplanten als voedsel tot zich genomen hadden. Hugo de Vries vond, dat de bodem van de ruimte, waarin deze waterpissebedden leefden, bedekt was met een vingerdikke laag van cylindertjes, die naderhand niets anders bleken te zijn, als de voor het grootste deel uit houtvezelen, gelo kapsels van bacteriën enz. bestaande uitwerpselen van deze Isopoden.

De uitwerpselen onzer kleine Limnorias vindt men nu niet zoo gemakkelijk terug. Snijdt men een gang, waarin zich aan het eind een Limnoria bevindt, overlangs open, dan is deze in den regel volkomen vrij van eenige stof. Vermoedelijk wordt deze door het water, dat de verschillende gangen binnendringt, gemakkelijk weggespoeld, welk water tevens in de behoefte aan zuurstof moet voldoen. Neemt men deze twee punten in aanmerking, dan wordt het duidelijk, waarom de gangen van Limnoria eigenlijk zoo weinig diep het hout binnendringen en waarom een dieper indringen eerst mogelijk wordt, zoodra de vernieling der buitenste lagen zoo ver voortgeschreden is, dat de beweging van het water, golfslag enz. die verwijderen kan. Een groot verschil is er dus ook in dit opzicht op te merken tusschen den paalworm en de Limnoria. De eerste boort diep het hout in, maar blijft met zijne siphonen met het oppervlak van het hout en met het het hout bespoelende water in verbinding: verraden de kleine openingen aan het oppervlak de plaatsen, waar de siphonen de gemeenschap met de buitenwereld onderhouden, niet, dan maakt vaak een door paalworm nagenoeg geheel vernield stuk hout den indruk van volkomen gaaf te zijn. De aantasting van Limnoria is daarentegen steeds een oppervlakkige: ook zij kunnen allengs de zwaarste stukken hout verwoesten, de vernieling van de diepere lagen kan echter eerst plaats vinden, nadat de oppervlakkige lagen verdwenen zijn; met eenige oplettendheid ontwaart men zelfs het eerste begin van aantasting door Limnoria gemakkelijk.

Een paar opmerkingen over den aard van het hout, waarin Limnoria bij voorkeur boort, mogen hier verder vermelding vinden. Uit de waarnemingen der Commissie, zoowel als uit tal van door vroegere waarnemers medegedeelde berichten, blijkt dat de zachtere houtsoor-

Digitized by Google

ten in 't algemeen veel sneller aangetast worden, dan de hardere. Terwijl de eerste reeds na zeer korten tijd, na enkele weken of dagen in het water vertoefd te hebben, door L. worden aangevallen, schijnt het voor de hardere noodzakelijk te zijn, dat hun oppervlak eerst een weinig geweekt wordt door den invloed van het zeewater. Vandaar dat men bij het begin van proefnemingen in deze vaak een indruk gekregen heeft, die men bij het voortzetten der waarnemingen wêer heeft laten varen. Om een voorbeeld te noemen herinneren wij aan de reeds in het eerste hoofdstuk van ons rapport medegedeelde waarnemingen van DAVID STEVENSON: reeds in 1862 wees deze er op, dat eikenhout (hetzij dan Afrikaansch, Engelsch of Amerikaansch), mahoniehout, teak-, beuken-, iepen- en de verschillende soorten van dennenhout, alle vroeger of later door Limnoria werden aangetast, dat daarentegen het als groenhart bekend staande hout de kostbare eigenschap bezat, tegen de aanvallen van de Limnoria bestand te zijn. In 1873 ziet hij zich echter genoodzaakt, deze gunstige verklaring ten opzichte van groenhart-hout te herroepen: door hem te Wick gebruikte groenhart-palen bleken over hun geheele oppervlak door Limnoria aangevallen te zijn.

Voor het nemen van proeven met verschillende houtsoorten werd Wemeldinge door de Commissie gekozen. Dit geschiedde zoowel, omdat daar de aanwezigheid van Limnoria het eerst vastgesteld was, als omdat wij, daar experimenteerende, ons de medewerking verzekerden van den Heer Ingenieur VAN DEN THOORN te Goes, van wiens belangstelling in ons onderzoek wij van den beginne af aan, zulke welsprekende bewijzen ontvangen hadden. De Heer VAN DEN THOORN werd in de herfst van 1887 naar Leeuwarden overgeplaatst en door den Heer ERMERINS vervangen, die Uwe Commissie eveneens met groote welwillendheid ter zijde stond. Het is hier de plaats eveneens een woord van welgemeende erkentelijkheid te richten tot de verschillende H.H. Opzichters van den Waterstaat, die Uwe Commissie te Wemeldinge geassisteerd hebben, de H.H. VERSLUYS, VAN DER VEN, N. VISSER en DE RONDE.

Zooals wij in hoofdstuk III reeds mededeelden, was Limnoria in Januari 1886 voor het eerst te Wemeldinge waargenomen: bij een plaatselijk onderzoek door een der leden Uwer Commissie op 16 Januari 1886 te Wemeldinge ingesteld, bleek dit dier op zeer verschillende plaatsen en in zeer groote hoeveelheid aanwezig te zijn. De aldaar bij het begin onzer onderzoekingen geplaatste proeflatten werden in korten tijd en in betrekkelijk sterke mate door Limnoria aangetast. Het waterstaatsbelang bracht echter mede, dat zoo krachtig en ingrijpend mogelijk tegen de kleine houtverwoesters werd opgetreden: aangetaste

Digitized by Google

Waleheren'sche staken werden door nieuwe goed gecreosoteerde vervangen, de aangetaste punt van het schuifhout, die onder de betonkoek uitstak, werd met zorg met nieuwe beton bedekt, dennen palen, wier koppen sterk door Limnoria aangetast waren, werden verwijderd enz. De gevolgen van deze maatregelen bleven niet uit: Limnoria werd wel niet geheel verdreven, haar aantal nam echter sterk af. Hoe gunstig dit resultaat op zich zelf ook zijn mocht, zoo oefende het uit den aard der zaak een ongunstigen invloed uit op de voorzetting onzer onderzoekingen. Neemt men nu nog hierbij in aanmerking, dat onze proeflatten uit betrekkelijk kleine stukken hout bestonden, dat hierdoor de kans van aantasting geringer is geworden, terwijl aan den anderen kant de mogelijkheid, om van spint volkomen vrij kernhout te verkrijgen, er door vergroot is, dan kan het niet verwonderen, dat de Commissie zelve omtrent den uitslag van hare proefnemingen in deze geene groote verwachtingen heeft gekoesterd.

De stukken hout werden in Mei 1886 met den bovenkant op AP [1 49 M. boven laagwater] aan de schoorpalen van het remmingwerk in de buitenhaven van Wemeldinge gespijkerd; zij werden den 15den October van dat jaar voor het eerst onderzocht door den Ingenieur VAN DEN THOORN te Goes. In April 1888 werden de verschillende stukken door de Commissie nauwkeurig geïnspecteerd en in Mei '92 die houtstukken opnieuw onderzocht, die toen nog aanwezig waren. Op ons verzoek werden de houtstukken in April '88 lager vastgespijkerd, dan zij tot nog toe gezeten hadden en wel met hun boveneinde op ruim 1 M. beneden AP. Van diegene, die er in Mei '92 nog van over waren, vonden wij de meeste met hun boveneinde op 1.5 M. — AP geplaatst. Het resultaat der proefneming was in weinige woorden dit, dat terwijl alle dennen-[vuren zoowel als greenen-] en eikenhouten latten aangetast waren, de groenhart en djatti-houten stukken na twee jaar nog onaangetast gebleven waren. In '92 werden laatstgenoemde stukken niet meer teruggevonden; daarentegen konden wij toen van vier in Maart 1891 geplaatste stukken van manbarklak van West-Indië er twee onderzoeken — de twee andere waren verloren gegaan — en deze bleken volkomen onaangetast te zijn gebleven.

De vraag of groenhart en manbarklak-hout (beide van onze West-Indische Koloniën afkomstig) inderdaad tegen de aanvallen van Limnoria (en paalworm) bestand zijn, is eene zoo gewichtige, dat wij er hier eenige oogenblikken langer bij stil willen staan. Wat deze houtsoorten aangaat deelde de Heer Hoofd-Ingenieur VAN GENDT in 1867 ([16]) reeds mede, dat daaruit vervaardigde balken, ofschoon

Digitized by Google

minder aangetast dan de andere uit Oost- en West-Indië afkomstige houtsoorten, toch ook niet aan de aanvallen van den paalworm ontkomen waren.

„De beide manbarklak balken zijn aangetast, en daarin bevonden zich over 0.35 el lengte 59 en over 0.36 el lengte 8 gaten, van 2 tot 7 streep middellijn, terwijl de worm tot 17 streep diepte is doorgedrongen.

Het groenhart is iets minder dan het manbarklak aangetast; over 0.03 el lengte zijn 4, en over 0.90 el lengte 7 gaten, van 2 tot 4 streep middellijn aangetroffen, terwijl de worm tot 30 streep diepte was ingedrongen" enz.

Op het groenharthout werd de aandacht van de Commissie in 't bijzonder door den Ingenieur VAN DEN THOORN gevestigd, op het manbarklak in 1888, door den toenmaligen Gouverneur van de Kolonie Suriname, Mr. H. J. SMIDT.

Het echte groenhart van den handel, dat ook Savannah-groenhart genoemd wordt, [Bignonia [Tecoma] leucoxylon], schijnt aan zijn gehalte aan zwavelzuur-bebeerine, wellicht gevoegd bij zijn buitengewone hardheid, de eigenschap te ontleenen van niet gaarne door paalworm en andere houtvernielers aangetast te worden. Zeer veel schijnt echter op de kwaliteit van dit hout aan te komen en bovendien is gebleken, dat het spinthout dienzelfden waarborg óf niet, óf althans in veel geringer mate geeft.

In 1873 verklaarde DAVID STEVENSON (27) reeds, dat groenharthout „*as now imported*" wel degelijk door Limnoria aangetast wordt en in zooverre, als dit volkomen in overeenstemming is, met de door de Paalworm-Commissie opgedane ondervinding, zou het haast overtollig kunnen heeten hieromtrent nieuwe proefnemingen te doen. Dat echter ook hier het laatste woord nog niet gesproken is, bewijst — meer dan de kleine stukjes hout door Uwe Commissie als proeflatten geplaatst — een dukdalf, die in het najaar van 1883 aan het einde van het remmingwerk van de haven van Wemeldinge geplaatst werd en op welken de Ingenieur VAN DEN THOORN onze aandacht vestigde. In Januari 1886, in April 1888 en weder in Mei 1892 werd het hout van dezen dukdalf bij laagwater door een der leden Uwer Commissie met den uitersten zorg onderzocht, zonder dat het mocht gelukken er een spoor van aantasting, zoomin van Limnoria als van Teredo aan te ontdekken. Een stuk groenharthout echter, dat als proeflat dienst gedaan had en half spinthalf kernhout was, was *zoover het spinthout reikte* door Teredo in sterke mate, door Limnoria oppervlakkig aangetast.

In een aan de Akademie van Wetenschappen gericht en door haar

in de handen Uwer Commissie gesteld schrijven (gedateerd Paramaribo 17 Juli 1888) breekt de toenmalige Gouverneur van Suriname, Mr. H. J. SMIDT een lans voor het manbarklakhout. Hij wijst er op, dat proefnemingen met kleinere stukken hout altijd minder afdoende zijn dan een langdurige ervaring. Met manbarklak en groenharthout werd jaren lang en op zeer nauwgezette wijze voor houten werken in zee en rivieren geëxperimenteerd door den Chef van het Bouwdepartement van de Kolonie Suriname, den Heer A. VAN 'T HOOGERHUYS. Zijn ervaring is nu geweest, dat groenharthout op den duur wèl door den ook in Suriname zeer algemeenen paalworm vernield wordt, doch manbarklak of in 't geheel niet, of nimmer in die mate, dat daardoor houten werken onbruikbaar worden. Ook hier schijnt echter weer alles op de kwaliteit aan te komen: er bestaan *), volgens den Gouverneur Mr. SMIDT twee, soorten barklak en nu wordt in deze uitsluitend de manlijke [vandaar volgens hem de naam *man*barklak] bedoeld. Verder moet er ook bij dit hout op gelet worden, dat er aan het hout, dat men wil verwerken, geen spint hoegenaamd mag blijven. Ook bestrijdt de Gouverneur van Suriname de meening, dat er van manbarklak slechts knoestige kromme stammen zouden voorkomen: het kan niet moeielijk vallen, volgens hem, palen van 30 bij 30 centimeter dikte en van 60 voet lengte, die volkomen recht zijn, te verkrijgen. De stukken manbarklak met welke Uwe Commissie te Wemeldinge proeven nam zijn afkomstig van houtmonsters, die door genoemden Gouverneur aan de Akademie werden toegezonden: zooals wij boven reeds mededeelden, werden zij ruim een jaar lang aan de aanvallen van Limnoria blootgesteld, zonder daarvan ongunstige gevolgen te ondervinden. De Commissie heeft gemeend, dat het niet op haar weg lag, op de wijze der Paalworm-Commissie, proefnemingen op grooter schaal met deze houtsoorten in te stellen, maar beveelt zoowel het groenhart- als het manbarklak-kernhout aan de vaderlandsche Ingenieurs van den Waterstaat voor nieuwe experimenten aan.

Volledigheidshalve maken wij hier nog melding van den toestand, waarin de palen van verschillende soorten van Surinaamsch hout ver-

---

*) Volgens WESTEROUEN VAN MEETEREN, Surinaamsche Planten en Cultuurgewassen, is de naam manbarklak een die gegeven wordt aan twee soorten van Lecythis n. l. L. amara, Aubl. en L. ollaria, L. Het is een geslacht van de familie Myrtaceae; beide soorten leveren een zeer duurzame houtsoort. Er bestaat ook een Oenan- of wijve-barklak; doch dit is een geheel andere soort n. l. Bignonia inaequalis, D C. van de familie der Bignoniaceae. SPLITGERBER schrijft den naam dezer laatste plantensoort Oeman Berklak. Het zijn alle drie soorten met tweeslachtige bloemen.

keerden, die, na vele jaren aan de aanvallen van Limnoria en paalworm blootgesteld te zijn geweest, op ons verzoek op 28 Juni 1892 onderzocht werden. Deze palen waren op den 17den Juli 1865 tot proefneming tegen den paalworm geplaatst in de frontry van het zoogenaamde Leugenaarshoofd te Vlissingen. Dezelfde palen waren op 11 October 1879 ook reeds onderzocht.

N°.	Houtsoort	Resultaat van het onderzoek 11/X '79	Resultaat van het onderzoek 28/VI '92
I	Aratte	Tusschen 1.50 + laagwater en 2.10 — hoogwater niet door paalworm aangetast.	Paal niet meer aanwezig.
II	Manbarklak		Volkomen onaangetast.
III	Bolletrie		Vrij sterk door paalworm aangetast.
IV	Bruinhart		Paal niet meer aanwezig.
V	Roode ceder	In geringe mate door paalworm aangetast.	Paal niet meer aanwezig.
VI	Groenhart	Niet door paalworm aangetast.	Volkomen onaangetast.
VII	Kopie	In geringe mate door paalworm aangetast.	Paal niet meer aanwezig.
VIII	Krapa		Aantasting bepaalt zich tot het oppervlak.
IX	Locus		Sterk aangetast.
X	Purperhart		Aantasting uiterst gering.
XI	Wane		Aantasting bepaalt zich tot het oppervlak.
XII	Priti Jari		

De voor het onderzoek van Juni 1892 gebezigde proefstukken werden even boven de laagwaterlijn uit de palen gekapt. De genoemde aantasting betreft alleen die van den paalworm. Er werden geen sporen van Limnoria in de stukken waargenomen.

Tot besluit van dit hoofdstuk eenige waarnemingen, betrekking hebbende op den tijd des jaars, waarin de Limnoria hare aanvallen begint. De Paalworm-Commissie stelde vast, dat de maand Juni voor de ontwikkeling van den paalworm op en in het hout de vruchtbaarste is en de grootste vernieling van hout door hem geschiedt in de maanden Juli en Augustus. De laatste week der maand Augustus en de eerste dagen van de maand September schijnen de uiterste termijnen te wezen, waarin zich larven van paalwormen in het hout kunnen vestigen: het inbrengen van nieuw paalwerk en van sluisdeuren is dus, met het oog op de door den paalworm aan te richten vernieling, raadzamer in het najaar, dan in de lente of in den voorzomer. Ook in dit opzicht verschilt de Limnoria aanzienlijk van den paalworm: ofschoon zij zich in de eene maand meer schijnt te

Digitized by Google

verplaatsen, dan in de andere, zijn er misschien maar een paar te noemen, waarin het hout in werkelijkheid volkomen tegen haar aanvallen gevrijwaard is. Dit zijn de maanden December en Januari; in de andere maanden is de beteekenis der aantasting echter zeer verschillend: het grootste is zij in de vroege voorjaarsmaanden Maart en April; zij blijft vrij aanzienlijk tot in Juni, daalt in Juli en Augustus tot een minimum, neemt in September en October weer eenigszins toe, om tegen November of December geheel op te houden en in Februari wêer te beginnen. In Bijlage 3 zijn de resultaten van de op dit punt betrekking hebbende, door Uwe Commissie ingestelde, waarnemingen uitvoerig medegedeeld.

Digitized by Google

HOOFDSTUK V.

MAATREGELEN TER BESTRIJDING VAN LIMNORIA.

Un bon averti en vaut deux.
PROVERBE.

Een paal of ander stuk hout door Limnoria aangetast vergaat veel sneller, dan dit het geval is, wanneer hij door de werking van water en wind alleen gesloopt wordt. Het is zeer moeielijk met eenige nauwkeurigheid aan te geven, in welke mate het sloopingsproces door de aanwezigheid van Limnoria bespoedigd wordt: het aantal vijanden, dat zich op een dergelijk stuk hout werpt, zal niet altijd hetzelfde zijn en hun gedijen en vermenigvuldigen zal ongetwijfeld onder verschillende omstandigheden verschillend zijn. Als een bewijs, dat Limnoria onder voor haar gunstige omstandigheden werkelijk geduchte schade in betrekkelijk korten tijd kan aanrichten, moge de volgende waarneming hier vermeld worden. Een 75 centim. lang stuk z. g. dubbele lat van vurenhout werd op 14 Februari 1891 bevestigd aan een der palen van het plankier aan den westelijken havendam van de haven het Nieuwediep *) en wel zoo, dat het met zijn onderste uiteinde ongeveer een halve meter beneden laagwater kwam te zitten. Op 26 Januari 1892 werd dit stuk afgenomen en een gedeelte er van gephotographeerd. Bijna over het geheele oppervlak, aan alle vier zijden, was de lat sterk door Limnoria aangetast. Het hout afschavende tot alle aantasting verwijderd was, werd de oorspronkelijke dikte van 37 millimeter teruggebracht tot eene van 26, de oorspronkelijke breedte van 45 tot 35 millimeter. Afbeeldingen van een gedeelte van deze lat naar photographiën zijn op Plaat VI weergegeven. Fig. 1 geeft het natuurlijke voorkomen van de lat wêer, Fig. 2 nadat er ongeveer 2.5 m.m. van de lat afgeschaafd is, Fig. 3 nadat ruim 4 m.m. van het oppervlak verwijderd is. Het behoeft geen betoog, dat bij een dergelijke aantasting zeer weinige jaren toereikende zijn, om een stuk hout geheel te verwoesten.

*) De Commissie maakt hier met erkentelijkheid melding van de medewerking, die zij in de laatste twee jaren van hare onderzoekingen mocht ontvangen van de zijde van den Heer J. KOOREMAN, Opzichter van den Waterstaat te Nieuwediep.

De snelheid, waarmede aan den ingang van de haven het Nieuwediep stukken hout door Limnoria vernield worden, leidt tot het besluit, dat hier zeer veel door Limnoria zeer sterk aangetast hout aanwezig moet zijn. In verband met de door Uwe Commissie aan den ingang van het Wemelding'sche kanaal opgedane ervaring, ligt het voor de hand, dat door ons in de tegenwoordigheid van sterk door Limnoria aangetast hout een zeer groot gevaar gezien wordt voor het besmetten van nog gave stukken en dat dus als eerste maatregel ter bestrijding van Limnoria, het zooveel en zoo zorgvuldig mogelijk verwijderen van aangetast hout aanbevolen wordt. Waar men vermoedt, dat door Limnoria schade aangericht wordt, die schade echter niet gemakkelijk geconstateerd wordt, daar behoeft men slechts een gewoon stuk vuren lat op behoorlijke diepte aan te brengen, om reeds na korten tijd niet alleen omtrent het voorkomen, maar ook omtrent de meerdere of mindere talrijkheid van Limnoria, een oordeel te kunnen vellen.

Hoe zorgvuldig men echter aan eenig punt ook te werk ga, het is zeer te betwijfelen, of het wel ooit gelukken zal, het kleine weinig in het oog vallende dier volkomen uit te roeien. En gesteld het gelukte eenig havenwerk volkomen van Limnoria te zuiveren, hoe groot is niet de kans, dat hetzij met een losgeslagen stuk hout, hetzij zwemmende, Limnoria's zich binnen korten tijd van andere plaatsen op nieuw naar de plek, vanwaar zij verjaagd werden, zouden begeven.

Men heeft dus naar andere maatregelen uitgezien om Limnoria te bestrijden. Van een dezer maakten wij reeds melding: hij zou daarin bestaan, dat men zich voor in zeewater geplaatste bouwwerken uitsluitend van steen, of wel van zulk hout bediende, dat in zich eigenschappen bezat, waardoor het tegen de aanvallen van Limnoria [en paalworm] gevrijwaard was. Vermoedelijk heeft men in goed manbarklak en groenhart-kernhout soorten, die, zoo zij ook al niet volkomen door deze vijanden ontzien worden, toch al zeer weinig van hen te vreezen hebben. Er zijn echter aan het gebruiken van deze houtsoorten bezwaren verbonden en wel in de eerste plaats, dat het in den handel gebrachte hout lang niet altijd aan de voorwaarde, van uitsluitend goed gezond kernhout te zijn, voldoet; in de tweede plaats, dat de prijs van beide houtsoorten een zeer hooge is, zoodat voor een steiger of ander werk, waarvoor men zich b. v. van groenhart zou willen bedienen, ongeveer de dubbele som moet gerekend worden, van hetgeen men anders zou uitgeven en in de derde plaats, dat die houtsoorten in gevolge hun buitengewone hardheid zich zeer moeielijk laten bewerken.

Een en ander in aanmerking genomen kan het niet verwonderen, dat men nog op andere middelen bedacht is geweest, die ten doel

hadden houtsoorten, die oorspronkelijk wel door Limnoria en Teredo aangetast werden, zoo te behandelen, dat zij voor de aanvallen van die dieren niet meer te vreezen hadden. Die middelen bestaan in:

A. Bewormnagelen van het hout.

B. Creosoteeren.

C. Behandelen met verschillende chemische stoffen.

Ofschoon de praktijk, de ervaring, die men allengs opdoet, veel beter in staat stelt tot het vergelijkenderwijs beoordeelen van deze verschillende methoden, dan onderzoekingen, als die door Uwe Commissie werden ingesteld, en ofschoon de quaestie van het beschermen van het hout eigenlijk buiten het kader van het ons opgedragen onderzoek viel, achten wij het niet ondienstig, hier onze meening over die verschillende methoden kortelijk uiteen te zetten.

A. Bewormnagelen. Geschiedt dit met zorg en gebruikt men spijkers van taai ijzer, zoodat de koppen niet afbreken, dan heeft men in het sedert jaren tegen den paalworm toegepaste bespijkeren een uitstekend beschermingsmiddel ook tegen de aanvallen van Limnoria. Ons zijn geen gevallen bekend geworden, waarin Limnoria van een opening in het ijzeren pantser, veroorzaakt — zooals voorkomt — door het afbreken van een spijkerkop, gebruik zou gemaakt hebben om een paal aan te tasten. Deed zij het, zoo zou zij alleen plaatselijk eenige schade aan het hout kunnen doen, daar de ijzeren korst rondom die plek haar verspreiding aan het oppervlak onmolijk zou maken. Ook zou de golfslag op die eng omschreven plek niet gemakkelijk het aangetaste hout kunnen wegslaan en hierdoor een verder indringen van den vijand bemoeielijkt worden. Onder de reeds in 1886 op verzoek van Uwe Commissie geplaatste proeflatten bevond er zich ook een van eikenhout, dat „op halve dichtte" bewormnageld was. In het begin van Mei '92 was dat stuk nog volkomen vrij van Limnoria; het hout had een zwart blauwe kleur aangenomen en scheen tot op aanzienlijke diepte van ijzeroxid doortrokken te zijn.

Aan het werken met bewormnageld hout zijn, zooals bekend is, bezwaren verbonden. In de eerste plaats de kosten: *f* 6 à *f* 8 per vierkante meter oppervlak, verhoogt den prijs van eenig werk niet onbelangrijk. Een tweede bezwaar is, dat men die plaatsen, waar de houtstukken met pen en gat of op andere wijze aan elkander sluiten, niet kan bespijkeren en dat dus die plaatsen, die juist voor het verband van het geheele werk zoo gewichtig zijn, onbeschermd blijven en geregeld aangetast worden. [Zie het op blz. 61 vermelde geval].

B. Evenals tegen den paalworm, wordt ook tegen de aanvallen

van Limnoria creosoteering van het hout met voordeel toegepast. De creosoot-olie doordringt het hout meer of minder volkomen, is er vóór de bewerking van het hout ingeperst en beschermt dus ook die plekken, waar de houtstukken aan elkander verbonden worden. Wat den paalworm betreft, deed men echter de ondervinding op, dat onvoldoende creosoteering volkomen nutteloos was en is men voor eenige jaren reeds tot de overtuiging gekomen, dat voor een behoorlijke creosoteering van een kubiek meter hout een hoeveelheid van ± 300 liter vereischt wordt. Bij dat cijfer is men echter niet gebleven: men zegt nu reeds, dat voor lichtere houtsoorten [grenen- en vurenhout] een hoeveelheid van 300 liter per M³ niet voldoende is, ofschoon de ondervinding aan den anderen kant geleerd heeft, dat het onmogelijk is in dichter hout — zooals b. v. eikenhout — een hoeveelheid van 300 liter in te persen. Wil men op werkelijk wetenschappelijke wijze een proef nemen, dan staat men bij het werken met gecreosoteerd hout voor een groote moeielijkheid; deze vloeit voort uit de omstandigheid, dat het onmogelijk is de juiste hoeveelheid ingeperste creosoot te controleeren en dat door den fabrikant de hoeveelheid door hem *gebruikte* creosoot als *ingeperste* hoeveelheid opgegeven wordt. Wie met een stuk sterk gecreosoteerd hout to doen heeft gehad weet dat een deel van de creosoot zeer los met de buitenste lagen van het hout in verbinding is: vat men het hout aan, zoo raken de handen vol creosoot, legt men het hout op papier of op ander ongecreosoteerd hout, dan duiden groote olievlekken naderhand de plaats, waar het gelegen heeft, aan. Dus dringt zich als van zelve de overtuiging aan u op, dat reeds in de allereerste dagen van het verblijf in stroomend en ook overigens meer of minder sterk bewogen zeewater een groot deel van de creosoot, althans uit de oppervlakkige lagen, uitgewasschen zal worden, te meer, daar creosoot in 80 tot 100 deelen koud water oplosbaar is.

Om zich eenigszins een voorstelling te kunnen maken van het procent creosoot, dat werkelijk zoo vast in het hout wordt opgenomen, dat het gerekend kan worden zijnen beschermenden invloed uit te oefenen, als het hout in het water geplaatst is, riep de Commissie de hulp in van den Heer Mr. C. MIRANDOLLE, eigenaar van een fabriek voor houtbereiding te Rotterdam. Wij verzochten hem stukken dubbele lat van vuren-*), grenen-†) en eikenhout voor de Commissie te willen creosoteeren met een hoeveelheid overeenkomende met 300 liter per M³. De Heer MIRANDOLLE stelde zich

*) Hout van Pinus sylvestris.

†) Hout van Pinus picea.

geheel belangeloos ter onzer beschikking, deelde ons echter mede, dat hij de vuren en grenen laten met meer dan 300 liter zou creosoteeren, daarentegen geen kans zag in de eikenlatten de gewenschte 300 liter per M^3 in te persen. De latten waren van te voren door ons gemeten en nauwkeurig gewogen; een ingebrand merk en diep ingehakte cijfers maakten alle vergissingen onmogelijk. In het hier volgende staatje deelen wij het resultaat der creosoteering mede.

Merken der latten	Houtsoort	Volume	Gewicht ongecreosoteerd	Gewicht gecreosoteerd	Gewichts-toeneming	Idem percentsgewijs
			Grammen	Grammen	Grammen	
ZS I	Eiken	1.5 d M^3	992	1173	181	18.75 pCt.
ZS II	Eiken	1.5 d M^3	920	1097	177	19.24 „
ZS III	Grenen	1.5 d M^3	678	1171	493	72.71 „
ZS IV	Grenen	1.5 d M^3	737	1199	462	62.69 „
ZS V	Vuren	1.5 d M^3	745	900	155	20.8 „
ZS VI	Vuren	1.5 d M^3	717	988	271	37.8 „
ZS VII	Vuren	1.26 d M^3	565	699	134	23.9 „
ZS VIII	Eiken	1.38 d M^3	826	958	132	16. „
ZS IX	Grenen	1.49 d M^3	861	1491	630	73.17 „
ZS X	Vuren	1.26 d M^3	553	723	170	30.7 „

De eerste zes latten werden gecreosoteerd tusschen 16 en 20 Februari van dit jaar. Het resultaat, dat de vergelijking van de grenen met de vuren latten opleverde, scheen ons zoo merkwaardig, dat wij den Heer MIRANDOLLE verzochten ons nog een viertal latten met resp. dezelfde hoeveelheden creosoot te willen behandelen: het resultaat dezer tweede bewerking [latten ZS VII—X] stemde op zoo treffende wijze met dat der creosoteering der eerste partij overeen, dat er — de zorg, waarmede gewerkt was, nog daarbij in aanmerking nemende — geen termen waren om aan te nemen, dat hierbij een vergissing in het spel kon zijn. Aangenomen, dat inderdaad de vuren en de grenen latten aan hetzelfde creosoteerings-proces onderworpen waren geweest, zoo deed zich hier het merkwaardige geval voor, dat, terwijl de grenen latten bij die bewerking gemiddeld 69.5 pCt. in gewicht vooruit waren gegaan, de vuren latten gemiddeld slechts 29.7 pCt. zwaarder waren geworden.

Indien men de gewichtstoeneming van het hout als maatstaf neemt voor de ingeperste hoeveelheid, dan kan men uit de hierboven mede-

Digitized by Google

gedeelde cijfers de hoeveelheid creosoot-olie per M^3 berekenen, daarbij van de veronderstelling uitgaande, dat men in een *n* maal zwaarder stuk, ook *n* maal zooveel creosoot-olie zou kunnen persen; een veronderstelling, die van een zekere gewaagdheid niet vrij te pleiten is. De eerste partij latten [N°. I—VI] is niet zoo nauwkeurig gemeten als de tweede partij [N°. VII—X], en het is dus niet onwaarschijnlijk, dat de voor de eerste zes aangeteekende maten [4 × 5 × 75 centim.] niet volkomen nauwkeurig zijn geweest. Zijn zij in werkelijkheid — of misschien enkele onder hen — een weinig kleiner geweest, dan zullen dientengevolge de cijfers, die het gewicht in kilogrammen per M^3 voor die latten aangeven, een weinig te klein zijn. Uit de kilogrammen is de hoeveelheid creosoot-olie in liters berekend, door voor het soortelijk gewicht van creosoot-olie 1.065 aan te nemen. Creosoot is geen standvastig scheikundig lichaam; het soortelijk gewicht wordt opgegeven te varieeren tusschen 1.04 en 1.09 *): het veiligst is dus het midden van die twee aan te nemen. Voor de houtmonsters, voor welke wij de maten nauwkeurig bepaalden, vóór hen te laten creosoteeren, berekenden wij ook het soortelijk gewicht van het hout.

Merken der lat	Houtsoort	Soortelijk gewicht van het houl	Uit de gewichts-toename berekende hoeveelheid creosool per M^3.	
			A. In Kilogrammen	B. In Liters
ZS I	Eiken		120.55	113
ZS II	Eiken		117.88	110
ZS III	Grenen		328.44	309
ZS IV	Grenen		307.7	290
ZS V	Vuren		103.23	97
ZS VI	Vuren		180.49	169
ZS VII	Vuren	0.448	106.85	100
ZS VIII	Eiken	0.6	95.65	90
ZS IX	Grenen	0.578	417.	391
ZS X	Vuren	0.440	135.	127

Wij maken er hier aanstonds opmerkzaam op, dat dezelfde cijfers grooter zouden geweest zijn, indien het hout te Rotterdam, in de

*) Otto Dammer, Chemisches Handwörterbuch.

fabriek zelve en onmiddellijk nadat het het creosoteerings-proces had ondergaan, gewogen was. Het hout moest eenigszins ingepakt worden, voor het verzonden kon worden; de handen van hem, die zich hiermede onledig hield, de verpakking en de handen van hem, die de latten weêr uitpakte, waren alle in meerdere of mindere mate met creosoot besmet. Wel was dit zoo los met de houtmonsters samenhangende creosoot-olie, dat men van haar niet veel bescherming voor het behandelde hout verwachten kon — toch moet de nauwkeurigheid der berekening er onder lijden, dat die creosoot der buitenste lagen verloren gaat.

De Commissie achtte het wenschelijk de vraag nader onder de oogen te zien, of het mogelijk was uit een gecreosoteerd houtmonster de creosoot-olie weder af te scheiden en op die wijze de hoeveelheid ingeperste creosoot te bepalen. En dit niet zoozeer om contrôle op de creosoteering te kunnen uitoefenen, als wel om voor de beoordeeling der proeflatten, met welke zij werkte, een meer wetenschappelijke basis te hebben. Men kon trachten een antwoord op de vraag te verkrijgen, of werkelijk de gewichtstoeneming van het hout een maatstaf was voor de ingeperste hoeveelheid. De latten gemerkt I—VI waren eind Februari geplaatst aan palen aan den ingang van de haven het Nieuwediep. Van lat I was van te voren aan een der uiteinden een schijf voor nader onderzoek afgezaagd, en deze bleef aan de lucht in een verwarmd vertrek liggen tot 13 April. De vier op 11 Maart gecreosoteerd uit Rotterdam teruggekomen latten waren eveneens tot 13 April blijven liggen. In dien tijd was door de behandeling bij het verleggen, doordat het papier, waarop de latten gelegen hadden, een eenigszins opslurpende werking had uitgeoefend, wellicht doordat eenig water en eenige creosoot uit het hout verdampt was, het gewicht der latten niet onbelangrijk afgenomen:

Z S VII	woog 11 Maart	699 gram,	13 April 671 gram,	verlies 28 gr.
Z S VIII	„ „ „	958 „	„ „ 937 „	„ 21 „
Z S IX	„ „ „	1491 „	„ „ 1448 „	„ 43 „
Z S X	„ „ „	723 „	„ „ 696 „	„ 27 „

Bij dit verlies voegde zich nu een betrekkelijk veel grooter verlies, toen uit het midden van deze vier latten, zoomede van het stuk van Z S I, eene schijf gezaagd werd, opdat die op haar creosoot-gehalte onderzocht zou worden. Daar wij door het uittreden van den Heer VAN 'T HOFF, den scheikundige in de Commissie hadden moeten missen, verheugde het ons Dr. P. C. F. FROWEIN, Leeraar in de Scheikunde aan het K. Instituut voor de Marine te Willemsoord, bereid te mogen vinden, der Commissie in deze zijne hooggewaardeerde medewerking te verleenen. Was reeds bij het afzagen der

F 6

houtmonsters creosoot verloren gegaan, bij het overbrengen naar het laboratorium, waar het onderzoek plaats vond, was dit op nieuw het geval: de doos, waarin dat overbrengen geschiedde, vertoonde natuurlijk creosootvlekken op hare wanden, elke hand, die het monster aanvatte, raakte met creosoot bezoedeld. En nu was dit niet meer los met het oppervlak der latten in verbinding staande creosoot, van welke men met grond betwijfelen mocht, of zij voor de bescherming van het hout wel eenige beteekenis had, maar uit het inwendige van het houtstuk afkomstige olie!

De houtmonsters werden nu nauwkeurig gewogen, fijn verdeeld — waarbij op nieuw, zij het ook weinige, creosoot-olie verloren moest gaan — en daarna gedurende 1 à 3 uur in een extractie-apparaatje van **Förster** met aether uitgetrokken; de aether werd afgedistilleerd en de overblijfende creosoot gewogen. Het op deze wijze gedecreosoteerde hout liet men vervolgens nog 2 à 3 weken in een met aether gevuld kolfje staan; ook deze aether werd daarna afgedistilleerd en de overblijvende creosoot, waarvan de hoeveelheid betrekkelijk aanzienlijk was, eveneens gewogen. De uitgetrokken stukjes hout werden na afloop van het onderzoek op nieuw nauwkeurig gewogen. Het resultaat blijkt uit de hiervolgende tabel:

Merken der latten	Hout-soort	Gewicht van het onder-zochte houtmonster in grammen	Gewicht van het hout na afloop van het onder-zoek	Gewicht van de gevonden creosoot		Gewichtsverlies van het hout		Verhouding van het gewicht der gevonden creosoot tot het totale gewichts-verlies
				In grammen	In procenten van het houtgewicht	In grammen	In procenten van het houtgewicht	
Z S I	Eiken	11.06	9.94	0.969	9.8 pCt.	1.12	11.3 pCt.	0.87 : 1
Z S VII	Vuren	6.3	5.483	0.716	13.1 „	0.818	14.9 „	0.88 : 1
Z S VIII	Eiken	7.44	6.691	0.542	8.1 „	0.749	11.2 „	0.72 : 1
Z S IX	Grenen	11.18	6.88	3.344	48.6 „	4.3	64 „	0.76 : 1
Z S X	Vuren	7.1	6.062	0.9	14.8 „	1.038	17.1 „	0.87 : 1

De vrij constante verhouding, tusschen het gewicht van de gevonden creosoot en het totale gewichtsverlies pleit zeker voor de betrouwbaarheid van het verkregen resultaat: gemiddeld 82 honderdste van hetgeen het hout door de extractie lichter is geworden, is als creosoot terug gevonden, 18 honderste gemiddeld van het gewichtsverlies was niet nader na te gaan. Dit kan waterdamp, in het hout aanwezige vluchtige terpenen, of andere in aether oplosbare stoffen geweest zijn. Aanzienlijk is het verschil tusschen het procent, dat het hout door de creosoteering in gewicht was toegenomen en het

procent, dat door middel der extractie als creosootgehalte werd vastgesteld. De hier volgende staat toont dat verschil voor de verschillende houtsoorten aan:

Merken der latten	Houtsoort	Gewichtstoeneming ingevolge creosoteering, in procenten	Door extractie vastgestelde aanwezige hoeveelheid creosoot, in procenten	Verhouding tusschen vermoedelijk aanwezige en gevonden creosoot
Z S I	Eiken	18.25	11.	1 : 0.60
Z S VII	Vuren	23.9	13.1	1 : 0.55
Z S VIII	Eiken	16.	8.1	1 : 0.51
Z S IX	Grenen	73.17	48.6	1 : 0.66
Z S X	Vuren	30.7	14.8	1 : 0.48

Met uitzondering alleen van het grenen monster [Z S IX], in hetwelk de gevonden creosoot nauwkeurig $^2/_3$ is van de hoeveelheid, die met de gewichtstoename zou overeenkomen, zien wij dat de verhouding in 't algemeen ongeveer deze was, dat de helft van de vermoedelijk ingeperste hoeveelheid teruggevonden werd.

In het midden latende, of men dit een gunstig resultaat wil noemen, of er het bewijs in wil zien, dat men in de extractie geen werkelijk afdoend middel heeft, om de hoeveelheid ingeperste creosootolie te bepalen, zoo leidt in ons oog dit onderzoek toch tot twee gevolgtrekkingen. De eerste is, dat in 't algemeen gesproken de ingeperste creosoot slechts zeer los in samenhang is met het hout en dat de behandeling van het hout, nog voor het in het water geplaatst wordt, er dus reeds een zeer groot gedeelte van verloren doet gaan, terwijl het water ongetwijfeld uit de meer oppervlakkige lagen nog daarenboven spoedig een goed deel daarvan zal wegwasschen. De tweede gevolgtrekking zou zijn, dat het hout van Pinus picea — het zoogenaamde grenenhout — niet alleen veel meer creosoot opneemt, dan het hout van Pinus sylvestris — het zoogenaamde vurenhout — en dan het eikenhout, maar dat de creosoot in het grenenhout een veel hechteren samenhang verkrijgt, dan in de andere houtsoorten. Voor de creosoteering is grenenhout dus niet alleen verkiesselijk, omdat het zich gemakkelijker laat volpersen; een tweede voordeel volgt uit de omstandigheid, dat de creosoot zich uit dit hout door behandeling, bewerking enz. niet zoo gemakkelijk laat verwijderen, als uit de andere genoemde houtsoorten.

Andere onderzoekingen, die ten doel zouden hebben, door extractie de hoeveelheid ingeperste creosoot-olie te bepalen, zijn ons niet bekend

6*

geworden en met de ervaring door ons nu opgedaan, komt het ons niet waarschijnlijk voor, dat de door ons toegepaste methode in de praktijk ingang zal vinden. Zoolang echter geen inderdaad praktische methode gevonden is, om gepraepareerd hout op zijn creosootgehalte te onderzoeken, zoolang zal bij het gebruik maken van zoodanig gecreosoteerd hout een groote mate van onzekerheid blijven bestaan.

Gaan wij er nu toe over in korte trekken de resultaten te schetsen, die door ons met gecreosoteerd hout zijn verkregen, zoo plaatsen wij op den voorgrond, dat wij van de waarde dier proefnemingen geen grooten dunk koesteren, daar de hoeveelheden in het hout ingedrongen creosoot-olie ons niet bekend waren en het juist op die hoeveelheden aankomt.

1. Hout, dat met 300 L. creosoot doortrokken heette te zijn en geplaatst was geweest in de laagwater-gording aan den steiger te Stavenisse, werd door de Commissie onderzocht en bleek aangetast te zijn.
2. Hout, dat in de schoeiing te Oude Schild op Texel geplaatst was geweest en sterk door Limnoria aangetast was, was naar reuk en uiterlijk te oordeelen sterk gecreosoteerd. In 15 gram van dit hout werd door den Heer VAN 'T HOFF, toen nog lid der Commissie, 3 gram creosoot-olie aangetroffen.
3. Een stuk hout, afkomstig van een paal aan het z. g. Leugenaarshoofd te Vlissingen, geplaatst in 1866 en volgens bestek gecreosoteerd met 140 liter creosoot-olie per M^3 werd in 1886 door de Commissie onderzocht en zeer sterk door Limnoria aangetast bevonden.
4. Aan het remmingwerk aan den noordelijken ingang van het kanaal door Zuid-Beveland werden in Mei 1886 proeflatten geplaatst:

   aan den schoorpaal van het 11de juk gekloofde gecreosoteerde perkoenen [zoogenaamd 300 Liter per M^3].

   aan den schoorpaal van het 12de juk een stuk *door en door* gecreosoteerd dennenhout.

   Deze stukken bleken *niet* aangetast te zijn, toen zij in April 1888 onderzocht werden. Toen dezelfde stukken in het begin van Mei '92 op nieuw onderzocht werden, bleken de gekloofde gecreosoteerde perkoenen wel degelijk en niet weinig aangetast te zijn, was daarentegen het stuk door en door gecreosoteerde dennenhout van den schoorpaal van het 12de juk nog onaangetast.
5. Gecreosoteerde dwarsliggers, die van 1865—'86 dienst hadden

Digitized by Google

gedaan op verschillende lijnen van de Staatsspoorwegen en afgekeurd waren om vernageling, werden ten getale van elf in Juli '86 geplaatst aan schoorpalen van het remmingwerk te Wemeldinge. Ofschoon van elken ligger door uitboring een monster hout verzameld was, bleef de quantitatieve bepaling van de creosoot achterwege.

Toen deze dwarsliggers in April 1888 onderzocht werden, waren zij, met uitzondering van ééne slechts, alle aangetast. Zij werden op nieuw bevestigd en bleken — voor zooverre zij nog aanwezig waren — in Mei '92 alle zeer zwaar aangetast te zijn, ook nu weer met uitzondering van eene, die vrij gebleven was. Het vermoeden ligt voor de hand, dat het liggen aan de lucht — in weêr en wind — gedurende lange jaren, althans uit de buitenste lagen dezer balken, een groot deel van het creosootgehalte verdreven zal hebben.

6. Aan den ingang van de haven het Nieuwediep werden op 25 Februari 1892 de op bladz. 79 besproken latten gemerkt Z S I—VI bevestigd, benevens drie buitengewoon zwaar gecreosoteerde paaleinden. De uitslag dezer proefneming zal later worden medegedeeld.

C. Behalve creosoot zijn verschillende andere chemische stoffen toegepast, om het hout tegen aantasting te beschermen. De Commissie experimenteerde zelve met gekyaniseerd hout, met koper-, lood-, zink-, tin- en kwikhoudende creosoot en eindelijk met door den fabrikant Dobbe te 's Gravenhage gepraepareerde latten.

1. Zoogenaamde gekyaniseerde latten van vuren-, dennen-, grenen- en eikenhout werden in Mei 1886 geplaatst tegen een der schoorpalen van het remmingwerk aan den noordelijken ingang van het Zuid-Bevelandsche kanaal. Bij onderzoek in October van dat jaar waren zij niet aangetast; in April '88 waren zij nog evenmin aangetast. [In Mei 1892 waren zij niet meer aanwezig].

Niettegenstaande dit voorloopig gunstige resultaat koestert de Commissie omtrent het gebruik van de door Kyan voorgestelde methode geen groote verwachting. De methode bestaat uit een inspuiting van sublimaat en in 1862 berichtte Stevenson ([18]) reeds, dat op die wijze gepraepareerd hout op den duur tegen Limnoria niet bestand was. Sublimaat is in water oplosbaar *) en de buitenste lagen van het hout worden dus op den duur uitgeloogd.

*) Volgens Dammer is bij 0° 6 pCt., bij 20° 8 pCt. en bij 100° 54 pCt. sublimaat in water oplosbaar.

Zoodra dit het geval is, begint Limnoria hare aantasting, zij heeft aan die buitenste lagen voorloopig genoeg, maar het gevolg van de verwoesting van die buitenste lagen is, dat het water gelegenheid vindt ook dieper in te dringen en zijn uitloogingsproces voort te zetten.

2. De Heer VAN 'T HOFF liet in 1888 stukjes hout bereiden met teer, dat met metaalzouten bezwangerd was. De bereiding duurde van 21 Juni tot einde Juli en werd in het Chemisch Laboratorium der Amsterdamsche Hoogeschool verricht door DR. CH. M. VAN DEVENTER. De gebruikte zouten waren:

$Hg\,Cl^2$	[sublimaat]
$Cu\,S\,O^4$	[kopersulfaat]
$Zn\,Cl^2$	[chloorzink]
$Sn\,Cl^2$	[tinchloruur]
en Pb-acetaat	[loodacetaat].

Met het sublimaat werd op twee wijzen gehandeld; eenmaal werd teer bedeeld met sublimaat-houdende phenol: het teer bevatte toen ± 1 pCt. sublimaat; een andermaal werd het teer met sublimaat gekookt en had toen ± 1.9 pCt. opgenomen; voor het kopersulfaat was het teer gekookt met anhydrisch $Cu\,S\,O^4$ en had daarvan ± 1.4 pCt. opgenomen. Voor het chloorzink was het teer gekookt met watervrij chloorzink en had daarvan ± 1.4 pCt. opgenomen; bij kooking met tinchloruur had het teer ± 3 pCt. opgenomen en eindelijk was voor het loodacetaat op twee verschillende wijzen gehandeld. Eenmaal was het teer gekookt met loodacetaat; de analyse bij verbranding leverde toen geen volkomen onverdacht resultaat. Indien het verbrandings-restant Pb O was, bevatte het teer ± 0.75 pCt. loodacetaat. Andere analytische methoden, uitschudden met Cl H, indampen met $H^2\,S\,O_4$, leverden geen resultaat. Een andermaal werd daarom aan dit teer loodacetaathoudende phenol toegevoegd; wijl hierdoor het teer als het ware gestremd werd, is het onzeker hoeveel lood in het hout gekomen is.

Om de in het teer opgenomen hoeveelheid metaalzout te bepalen, ging men als volgt te werk: men liet het met het metaalzout gekookte teer ± 20 uur staan, filtreerde dan en analyseerde door 20 gram te schudden en te verwarmen met sterk Cl H, dan te verdunnen, te filtreeren en in het filtraat het metaal in den eenen of anderen vorm te precipiteeren. Daarna filtreeren, drogen en wegen.

Het praepareeren der blokjes geschiedde aldus: de blokjes werden gedroogd en aan de luchtpomp gebracht; men liet ze $1^1/_2$ uur in het luchtledig boven het teer, men dompelde ze daarna onder en liet

ze 1 uur in het luchtledig ondergedompeld staan, men liet toen lucht toetreden en hield ze nog ± 20 uur ondergedompeld. In de toepassing dezer methode werd geen oorzaak gevonden voor de verschillen in de opgenomen hoeveelheden teer; het is mogelijk, dat de blokjes ongelijk zijn geweest b.v. in harsgehalte en dat op die wijze die verschillen, die zooals hieronder blijkt niet onbeteekenend waren, verklaard moeten worden.

Gewicht van het blokje, droog	Opgenomen hoeveelheid teer	Het teer was	Onderzoek in Mei 1892
6.252 gram	2.290 gram	met Hg Cl² houdende phenol bedeeld	verloren gegaan
6.618 „	2.914 „		aangetast
6.000 „	3.760 „	gekookt met Hg Cl²	niet aangetast
4.240 „	3.115 „		vermoedelijk aangetast
4.846 „	2.219 „		begin van aantasting
5.96 „	3.965 „	gekookt met anhydrisch Cu SO⁴	vermoedelijk aangetast
7.5 „	3.1 „		niet aangetast
5.995 „	4.525 „	gekookt met watervrij Zn Cl²	begin van aantasting
5.770 „	5.805 „		begin van aantasting
6.700 „	2.895 „	gekookt met Sn Cl²	vermoedelijk aangetast
6.104 „	3.781 „		aangetast
6.190 „	4.585 „	gekookt met Pb-acetaat	niet aangetast
6.125 „	4.782 „	vermengd met Pb-acetaat-houdende phenol	begin van aantasting

De blokjes aldus gepraepareerd hout werden bevestigd aan gewone ongepraepareerde grenen latten en daarna op 12 September 1888 geplaatst aan den tweeden paal buiten de sluis van het remmingwerk aan den noordelijken ingang van het kanaal door Zuid-Beveland en wel tusschen 0.8 en 2 M. — AP. Zij bleven toen ruim twee jaar in het water en werden in de tweede helft van October 1890 afgenomen. Op 25 October 1890 werden zij in het Chemisch Laboratorium te Amsterdam door Uwe Commissie onderzocht. Terwijl de onbereide latten zeer aanmerkelijk aangetast waren, was er geen spoor van aantasting aan de bereide stukjes op te merken. In Maart 1891 werden dezelfde stukjes aan nieuwe latten bevestigd op nieuw, ongeveer op dezelfde plaats en hoogte, geplaatst, onder toevoeging van vijf uitsluitend gecreosoteerde stukjes. Het onderzoek dezer monsters had in Mei 1892 opnieuw plaats. De lat, waaraan de blokjes be-

Digitized by Google

vestigd geweest waren, zoomede de vijf uitsluitend gecreosoteerde stukjes waren alle sterk aangetast. Van de met met metaalzouten vermengde creosoot behandelde stukjes was er geen sterk aangetast, de meeste vertoonden echter een begin van aantasting, of althans groeven of gaatjes aan het oppervlak, die op die diepte, aan onze kust, slechts door Limnoria kunnen gemaakt zijn. Die gaatjes waren echter verlaten; in twee der gevallen slechts werd een Limnoria-exemplaar in een der trouwens nog zeer ondiepe gangen aangetroffen.

De stukjes hout waren zeer klein: 14 × 14 × 65 m.m. en dat het resultaat met de behandeling van deze blokjes verkregen een vrij gunstig resultaat is geweest, geeft voorzeker nog geen recht te besluiten, dat het inderdaad gelukken zal langs dezen weg een werkelijk afdoende bescherming van hout te verkrijgen: toch waagt Uwe Commissie het te adviseeren Z. E. den Minister van Waterstaat voor te slaan op grootere schaal proeven te doen nemen, om vast te stellen, of de beschermende werking van creosoot niet aanmerkelijk versterkt zou kunnen worden door de creosoot-olie vóór de inpersing met metaalzouten te vermengen.

3. De Heer D. Dobbe, fabrikant te 's Hage, brengt sedert eenige jaren een door hem impregneer-olie genoemd praeparaat in den handel „vervaardigd voor het conserveeren van alle houtsoorten en om „het hout tegen schadelijke, invretende insecten te bewaren, zooals „paalworm, zeeworm enz. Bij het vervaardigen van nieuwe schepen, „vloeren enz., die veelal door insecten en vocht spoedig worden aan-„getast en tot bederf overgaan, gebruike men bovengenoemde impreg-„neer-olie, men bestrijke het hout als het droog en ongeverfd is „eenige malen met een gewone verfkwast telkens na verloop van 1 „à 2 uren, om de olie goed te laten doordringen" [Circulaire, geteekend D. Dobbe]. In Februari 1888 noodigde de Commissie den Heer Dobbe uit een tiental met zijne olie door hem zelven behandelde latten van 8 × 4 × 50 centm. afmeting ter beschikking der Commissie te stellen, ten einde daarmede een proef te nemen. Een gedeelte dezer latten is in het begin van Maart '88 te Wemeldinge, een ander gedeelte in April '88 te Harlingen in het gebied van de Limnoria geplaatst. In Augustus van hetzelfde jaar heeft genoemde fabrikant zich tot den Minister van Waterstaat gewend, „om Z.E. te „wijzen op het groote voordeel dezer olie, doordien zij jaren hare deug-„delijkheid behoudt en het Rijk door de invoering dezer olie enorme „uitgaven zou kunnen besparen" [uit het adres van den Heer Dobbe]. Bij schrijven van 1 September 1888 vestigt daarop de Minister van Waterstaat de aandacht van de Afd. Natuurkunde der K. Akademie van Wetenschappen op het middel van den Heer Dobbe, in verband

met het aanhangig onderzoek in zake de Limnoria lignorum. Zooals uit het bovenstaande blijkt, had Uwe Commissie toen reeds „sponte sua" een proefneming begonnen met door den Heer DOBBE bereide latten.

In October 1890 bezocht een lid Uwer Commissie Harlingen, om daar de door den Heer DOBBE bereide latten tegelijk met eenige andere te inspecteeren; ongelukkig bleken deze alle verloren te zijn gegaan. Die te Wemeldinge geplaatst geweest waren, werden 6 October '90 naar Amsterdam opgezonden en in het Scheikundig Laboratorium aldaar onderzocht. Er waren er vier aanwezig en van deze was er een goed aangetast, terwijl de drie andere zonder aantasting gebleven waren. De Heer DOBBE met dezen uitslag niet tevreden, verzocht daarop de Commissie nieuwe proeven met door hem bereide latten te willen nemen en deelde toen tegelijk mede, hoe de latten door hem gepraepareerd werden: „(N°. 1) Koolteer, Benzine, Lijnolie getrokken met Strychnine. (N°. 2) Koolteer, Benzine, Lijnolie getrokken met Sublimaat, daarna overgeschilderd met Koolteer produit". De Commissie verklaarde zich bereid andermaal een aantal door den Heer DOBBE bereide latten te doen plaatsen en in haar onderzoekingen op te nemen. De Heer Ingenieur ERMERINS, toen te Goes geplaatst, werd bereid gevonden voor de plaatsing te Wemeldinge zorg te dragen. De latten werden in November 1890 naar Wemeldinge gezonden, werden daar aan het remmingwerk bevestigd en zijn in Mei '92 door onze Commissie geïnspecteerd. De grenen latten bleken geheel gaaf te zijn gebleven onder de zwarte verflaag, die haar bedekte. Op de meeste plaatsen zat die verflaag innig vast op de latten, op enkele begon zij echter reeds los te raken. De Commissie kreeg van deze tweede partij door den Heer DOBBE gepraepareerde latten den indruk, dat er eigenlijk slechts een zeer geringe impregnatie had plaats gevonden, en durft de door den genoemden fabrikant gevolgde besmeringsmethode niet voor een proefneming op groote schaal voorslaan. Elke beschadiging aan eenen, op die wijze voornamelijk uitwendig behandelden, paal toegebracht, zou hem onmiddelijk aan aantasting van Teredo, en als door die beschadiging een eenigszins grooter gedeelte van het oppervlak was blootgelegd, ook aan vernieling door Limnoria, blootstellen.

Dit zijn de maatregelen tegen de aanvallen van Limnoria lignorum, met welke de Commissie getracht heeft zich vertrouwd te maken. Kan ook geen dezer middelen in alle opzichten of onder alle omstandigheden afdoende heeten, zoo gelooven wij toch een richting

aangegeven te hebben, in welke, met volkomen waardeering van enkele reeds nu in gebruik zijnde methoden (bespijkeren, creosoteeren enz.), wellicht met voordeel naar een nog betere methode gezocht kan worden. De Commissie meent echter, dat het nemen van verdere proeven aan de praktijk moet worden overgelaten: niet alleen met het oog op de aanvallen van Limnoria, ook met het oog op de voortdurend nog door Teredo aangerichte schade, moet het vraagstuk van eene goede houtbereiding en de bezigingen van geschikte Oost- en West Indische houtsoorten aan de voortdurende aandacht van onze waterbouwkundigen worden aanbevolen.

Digitized by Google

CONCLUSIES.

1. Ofschoon reeds in het einde der vorige eeuw beschreven en aan de kust van Scandinavië waargenomen, is men eerst door de waarnemingen van ROB. STEVENSON [1811] en door de beschrijving van COLDSTREAM [1834] op het dier meer in 't bijzonder opmerkzaam geworden. Bij hetgeen thans omtrent zijn geographische verspreiding bekend is, zou men er zich alleen over mogen verwonderen, als het dier aan de vaderlandsche kust ontbrak.
2. Limnoria is een kleine Isopode en wijkt van den bouw van niet borende vertegenwoordigers dierzelfde orde van schaaldieren voornamelijk af in kenmerken, die met haar levenswijze ten nauwste samenhangen: te weten in den bouw der monddeelen en der spijsverteringsorganen. Om zich vast te grijpen en gehecht te blijven aan in water geplaatste houtdeelen, dienen de klauwtjes van de pooten, de tandjes en schubjes, die in de eerste plaats de pooten. maar verder het geheele oppervlak bedekken. Het wijfje van Limnoria houdt de zich ontwikkelende jongen bij zich tot hun gedaanteverwisseling geheel afgeloopen is. Deze verlaten het stuk hout, waarin zij geboren zijn, in den regel niet, vóór zij volwassen zijn: de eerste Limnoria's, die een gaaf stuk hout aantasten zijn steeds oudere exemplaren. Het aantal jongen van een broed bedraagt gewoonlijk niet meer dan 10, kan echter in de voorjaarsmaanden tot 17 stijgen.
3. Limnoria komt aan de Nederlandsche kust van Friesland tot Zeeland algemeen voor en is — ofschoon door de Paalworm-Commissie wel degelijk opgemerkt — nooit nauwkeuriger nagegaan, omdat men haar verwoestingen óf aan Teredo, óf aan verweering toeschreef. Een te sterke vermindering van het zoutgehalte wordt door Limnoria niet verdragen: vandaar, dat wij in dat zoutgehalte eenen hare verspreiding beperkenden factor begroeten mogen.

4. Limnoria leeft bij voorkeur in de waterlagen tusschen laagwater en halftij, mits dáár het voor haar huisvesting onmisbare hout niet ontbreke. Alleen de allerhardste houtsoorten, en deze wellicht niet eens op den duur, bieden aan de aantasting van Limnoria weêrstand. De aantasting geschiedt bijna in alle maanden van het jaar; de vroege voorjaarsmaanden zijn echter bij voorkeur gunstig en in de maanden December en Januari schijnt zij op te houden.

5. Dezelfde middelen, die tegen den paalworm aangewend worden, doen ook met voordeel dienst tegen Limnoria. Bespijkering is tegen Limnoria een nog meer afdoende maatregel dan tegen den paalworm: waar een spijkerkop afbreekt, of door nalatigheid een plek onbeschermd blijft, kan de paalworm binnendringen en het hout verwoesten; Limnoria zou op die plaats slechts aan het oppervlak eenige schade kunnen toebrengen en haar verspreiding, zoowel als het wegbrokkelen van het aangetaste hout, een hoofdvoorwaarde voor haar dieper indringen, zou door de die plaats omgevende spijkers onmogelijk worden.

Creosoot — mits in voldoende hoeveelheid ingeperst — beschermt het hout eveneens; de uitloogende werking van het zeewater doet zich echter het eerst aan het oppervlak gelden en maakt de buitenste lagen van het hout voor aantasting door Limnoria reeds geschikt, als er voor Teredo nog geen vrees gekoesterd behoeft te worden. De door Limnoria tot stand komende vernieling opent vervolgens diepere houtlagen voor de uitloogende werking van het zeewater en dus ook voor de aanvallen van Limnoria.

Wat andere chemische praeparaten aangaat, raadt Uwe Commissie — zoowel met het oog op de aanvallen van Limnoria, als van Teredo — der Regeering aan te bevelen, bij de uitvoering van een herstelling of vernieuwing van eenig in zee geplaatst paalwerk door vergelijkende proefneming te doen nagaan, of het niet gelukt de beschermende werking van creosoot te vergrooten, door aan de olie vóór de inpersing giftige metaalzouten toe te voegen.

Digitized by Google

LITERATUUR.

1. Rathke (J.), Jagttagelser henhorende til Indvoldeormenes og Blöddyrenes Naturhistorie. (Oplaest i October 1797). P. 61—148. Tab. II—III. In: Skrivter af Naturhistorie-Selskabet. V. 1. Kjöbenhavn. 1799.
2. Leach (W. E.), Article »Crustaceology". Edinburgh Encyclopaedia. VII. 1813—14. P. 433.
3. ————, A tabular view of the external Characters of four classes of Animals, which Linné arranged under Insecta; with the distribution of the genera composing three of these classes into orders. Transactions Linn. Soc. London. XI. 1815. P. 306—400.
4. ————, Article Cymothoadées. Dictionnaire des Sciences naturelles. XII. 1818. P. 353.
5. Coldstream (J.), On the structure and habits of the Limnoria terebrans, a minute Crustaceous animal, destructive to marine wooden erections, as piers etc. Edinburgh New Philosophical Journal. XVI. 1834. P. 316—334. Pl. VI.
6. Thompson (W.), On the Teredo navalis and Limnoria terebrans, as at present existing in certain localities on the coasts of the British Islands. Edinburgh New Philosophical Journal. XVIII. 1835. P. 121—130.
7. Templeton (R.), Catalogue of the Irish Crustacea, Myriapoda and Arachnida, selected from the papers of the late John Templeton. The Magazine of Natural History and Journal of Zoology etc. IX. 1836. P. 12.
8. Moore (E.), On the occurrence of the Teredo navalis and Limnoria terebrans in Plymouth harbour. The Magazine of Natural History. New Series. II. 1838. P. 206—210.
9. ————, Limnoria terebrans in Plymouth harbour. Ibidem. New Series. III. 1839. P. 196—97.
10. Philippi (R. A.), Einige zoologische Notizen. Wiegmann's Archiv der Naturgeschichte. 1839. Stück 2. (vertaald in: Annals of Natural History; or Magazine of Zoology etc. IV. 1840).
11. Milne Edwards (H.), Histoire naturelle des Crustacés, comprenant

Digitized by Google

l'anatomie, la physiologie et la classification de ces animaux. Trois volumes. Paris. Roret. 1834—1840.

12. Thompson (W.), Note on Teredo norvegica, Xylophaga dorsalis, Limnoria terebrans and Chelura terebrans, combined in destroying the sub-merged woodwork at the harbour of Androssan and the coast of Ayrshire. The Annals and Magazine of Natural History. XX. 1847. P. 157—164.

13. Hancock (Albany), Notice of the occurrence of Limnoria terebrans at the mouth of the Tyne. Transact. Tyneside Natur.'s Field Club. Vol. I. (Part. 1. 1848). 1850. P. 31—32.

14. Zenker (W.), Anatomisch-systematische Studien über die Krebsthiere (Crustacea). Archiv. f. Naturgeschichte. 1854.

15. Leydig (F.), Naturgeschichte der Daphniden (Crustacea Cladocera). Tübingen. 1860.

16. Verslag over den paalworm. Amsterdam. 1860.
Tweede verslag over den paalworm. Versl. en Meded. K. Akad. van Wetenschappen, Afd. Natuurk. XII. 1861.
Derde verslag over den paalvorm. Ibidem. XIII. 1862.
Vierde verslag over den paalworm. Ibidem. XV. 1863.
Vijfde verslag over den paalworm. Ibidem. XVII. 1864.
Zesde verslag over den paalworm. Ibidem. (2). I. 1865.
Zevende verslag over den paalworm. Ibidem. (2). II. 1869.

17. Steenstrup (J. J.), et C. Lütken, Vidensk. Meddel. II. Vol. II. P. 275. 1861.

18. Stevenson (David), Notice of the ravages of the Limnoria terebrans on creosoted timber. Proceed. Roy. Soc. Edinb. IV. (1857 - 62) 1862. P. 612—616. Edinburgh New Philos. Journal. XVI. 1862. P. 152.

19. Malm (A. W.), Nya Fiskar, Kräft-och Blötdjur. Göteborg. 1863.

20. Bate (C. Spence), and J O. Westwood, A History of British sessile-eyed Crustacea. In two volumes. London. 1863—68.

21. Heller (C.), Carcinologische Beiträge zur Fauna des Adriatischen Meeres. Verhandl. der K.K. Zool. Botan. Gesells. Wien. XVI. 1866. Abhdlgn. S. 723—60.

22. Sars (G. O.), Histoire naturelle des Crustacés d'eau douce de Norvège. Christiania. 1867.

23. Hesse (E.), Discription d'un nouveau Crustacé appartenant au genre Limnoria (Limnoria xylophaga). Ann. Scienc. nat. (5). Zoologie. X. 1868. P. 101—120. Avec 1 pl.

24. Norman (A. M.), On the Crustacea, Tunicata etc. Shetland final dredging report. Part II. P. 247—345. Report of the British Assoc. f. the Advanc. of Science for 1868.

25. Lucas (H.), Note sur la Limnoria terebrans et Xylophaga. Ann. Soc. Entomol. France. (5). II 1872. Bulletin. P. LVIII—LX.

26. Möbius (K.), Die faunistischen Untersuchungen. A. Die wirbellosen Thiere der Ostsee. Jahresber. der Commiss. zur wissens. Untersuchung der D. Meere in Kiel für das jahr 1871. Berlin. 1873. S. 97—154.
26'. ———, Nachtrag zu dem im Jahre 1873 erschienenen Verzeichniss. IV Bericht der Kommission. Berlin. 1884. S. 61—70.
27. Stevenson (David), Notice of the ravages of Limnoria terebrans in greenheart timber. Proceed. Royal Soc. Edinburgh. VIII. (1872—1875). 1875. P. 182—185.
28. Andrews, In Quart. Journal of Microsc. Science. II. Vol. XV. 1875. P. 332.
29. Stalio, Catalog. Crostac. Adriatic. 1877. P. 211.
30. Meinert (Fr.), Crustacea Isopoda, Amphipoda et Decapoda Daniae. Naturhist. Tidsskr. (3). XI. 1877—78.
31. Linstow (O. von), Compendium der Helminthologie. Hannover. 1878.
32. Leydig (F.), Ueber Amphipoden und Isopoden. Zeits. f. wiss. Zoologie. XXX. Suppl. Band. 1878. S. 225—274. Taf. IX—XII.
33. Clavenad, Restauration des fondations du batiment des subsistances de la marine à Cherbourg. Mémoires de la Société Nationale des Sciences naturelles et mathémat. de Cherbourg XXII. [(3) II] Paris. Baillière et fils. 1879. P. 73—144. Avec 3 pl.
34. Stossich, Prospetto della fauna del mare Adriatico. III. Bollett. della Società Adriatica di scienze naturali in Trieste. VI. 1880.
35. Harger (O.), Report on the marine Isopoda of New-England and adjacent waters. Report of the Commissioner of fish and fisheries. VI. for 1878. Washington. 1880. P. 297—462.
36. Semper (K.), Die natürlichen Existenzbedingungen der Thiere. Leipzig. 1880.
37. Gerstaecker (A.), Arthropoda. Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Leipzig und Heidelberg. V. 2. Isopoda. 1881—83.
38. Weber (Max), Anatomisches über Trichonisciden. Archiv. f. mikroskop. Anatomie. XIX. 1882.
39. Sars (G. O.), Oversigt af Norges Crustaceer. I. Christiania Vidensk. Selsk. Forhandlinger. 1882. N⁰. 18.
40. Chilton (C.), Further additions to our knowledge of the New-Zealand Crustacea. Transactions New-Zealand Institute. XV. 1883. P. 69—86.
41. Giard (A.), Sur les Infusoires du genre Freya. Bulletin scientif. du Départ. du Nord. (2). VI. 1883. P. 264—65.
42. Weber (Max), Die Isopoden des Willem Barents (1880 u. 1881). Bijdragen tot de Dierkunde. Amsterdam. 1884.
43. Frenzel (J.), Ueber die Mitteldarmdrüse der Crustaceen. Mittheil. aus der Zoolog. Station zu Neapel. V. 1884. S. 50—101.

Digitized by Google

44. Canu (E.), Note sur le genre Spirochona, Stein. Bullet. scientif. du départ. du Nord. (2). IX. 1886. P. 21.
45. Dalla Torre (K. W. von), Die Fauna von Helgoland. Jena. Fischer. 1889.
46. de Vries (Hugo), Die Pflanzen und Thiere in den dunklen Räumen der Rotterdamer Wasserleitung. Jena. Fischer. 1890.
47. Metzger (A.), Zur Fauna von Helgoland. Zoolog. Jahrbücher. Abtheil. für Systematik. V. 1891. S. 907—919.
48. Leichmann (G.), Beiträge zur Naturgeschichte der Isopoden. Bibliotheca Zoologica. Heft 10. Cassel. 1891.
49. Ide (M.), Le tube digestif des Edriophthalmes. »La Cellule". VIII. 1892. P. 99—204.

Digitized by Google

VERKLARING DER PLATEN.

N.B. *De figuren van Plaat I—V zijn bijna zonder uitzondering met het teekenprisma ontworpen.*

PLAAT I.

Fig. 1. Mannelijk exemplaar van Limnoria lignorum, Rathke, spec. van de rugzijde gezien. 29 maal vergroot.
- *c.* Kop (Cephalon).
- I—VII. Ringen van de borst (thorax).
- 1—6. Ringen van het achterlijf (abdomen).
- *a.* Vermoedelijke excretie-producten (zie blz. 29 van het Rapport).
- *b.* Door Folliculina Limnoriae bewoonde uitwassen (zie blz. 21 en 36 van het Rapport).

Fig. 2. Vronwelijk exemplaar van Limnoria, van de buikzijde gezien. 29 maal vergroot.
- *a.* Broedlamellen.
- *b.* Aanhangselen van het achterlijf (pleopoda).
- *c.* Aanhangselen van het laatste achterlijfssegment (telson), z. g. uropoda.
- *d.* Anus.

Fig. 3. Kop van een mannelijk exemplaar van de buikzijde gezien. 58 maal vergroot.
- *a.* Sprieten van het eerste paar (antennulae).
- *b.* Sprieten van het tweede paar (antennae).
- *c.* Voormondlijst (metepistomum).
- *d.* Bovenlip (labrum).
- *e.* Bovenkaken (mandibulae).
- *f.* Onderkaken van het eerste paar (maxillae primae).
- *g.* Onderkaken van het tweede paar (maxillae secundae).
- *h.* Kaakpooten (maxillipedes).

Fig. 4. Kop van een vrouwelijk exemplaar van voren gezien. 40 maal vergroot.
- *a.* Voormondlijst (metepistomum).
- *b.* Bovenlip (labrum).
- *c.* Bovenkaken (mandibulae).

Fig. 5. Linker spriet van het eerste paar van een mannetje. 136 maal vergroot.

a, *b* en *c*. Eerste, tweede en derde lid van den steel (pedunculus).

d. Rudimentaire zweep of geesel (flagellum).

Fig. 5'. De rudimentaire zweep of geesel sterker, 600 maal, vergroot.

Fig. 5''. Het uiteinde van een der zintuigharen van de zweep van de spriet van het eerste paar sterker, 750 maal, vergroot.

Fig. 5'''. Schubben van het oppervlak van de sprieten van het eerste paar. 750 maal vergroot.

Fig. 6. Rechter spriet van het tweede paar van een mannetje. 136 maal vergroot.

a, *b*, *c*, *d*, en *e*. Eerste tot vijfde lid van den steel (pedunculus).

f. Zweep of geesel (flagellum).

Fig. 7. Praeparaat van sprieten, voormondlijst, lippen en kaken, bij 96 malige vergrooting geteekend.

a. Sprieten van het eerste, *b*. die van het tweede paar.

mp. Voormondlijst.

bo. Bovenlip.

on. Onderlip.

c. Bovenkaken.

d. Onderkaken van het eerste paar.

Fig. 7'. Voormondlijst (metepistomum) los van de andere deelen en van binnen gezien. 45 maal vergroot.

a. De uitsnijdingen, waarin de uitwassen der bovenkaken passen.

Plaat II.

Fig. 8. Rechter bovenkaak (mandibula) van de buitenzijde. 136 maal vergroot.

Fig. 8'. Rechter bovenkaak van de binnenzijde. 136 maal vergroot.

Fig. 9. Linker » » » buitenzijde. » » »

Fig. 9'. » » » » binnenzijde. » » »

In deze figuren is:

a. De holte bestemd voor de inplanting van de kauwspier.

b. De lijst, die in de insnijding van het metepistoom past.

c. De knobbel, die op de plaats staat van het kauwgedeelte aan de bovenkaken van andere Isopoden.

d. Het knobbeltje, dat volgens Harger het molare aanhangsel van de bovenkaken van verwante Isopoden vervangt.

Fig. 9''. Onderkant van het uiteinde van de linker bovenkaak sterker, 450 maal, vergroot.

Fig. 10. Onderkaak van het eerste paar (maxilla primi paris) van een mannetje. 136 maal vergroot.

a. Buitenste tak (Lade).

Digitized by Google

b. Binnenste tak.

Fig. 10'. De tanden aan het uiteinde van den buitensten tak sterker, 640 maal, vergroot.

Fig. 11. Onderkaak van het tweede paar (maxilla secundi paris) van een mannetje. 136 maal vergroot.

a. De eigenlijke kaak (Lade).

b. De voelertjes.

Fig. 12. De kaakpooten (maxillipedes) van een mannetje. 136 maal vergroot.

a. Buitenlob.

b. Binnenlob.

c. Haakje aan den binnenkant van de binnenlob.

d. Voeler.

Fig. 12'. Het haakje van de binnenlob der kaakpooten sterker, 750 maal, vergroot.

Fig. 13. Rechter poot van het eerste paar van een mannetje. 96 maal vergroot.

Fig. 14. Laatste leden van den rechter poot van het eerste paar van een mannetje. 192 maal vergroot.

Fig. 15. Rechter poot van het vierde paar van een mannetje. 96 maal vergroot.

Fig. 16. Rechter poot van het zevende paar van een mannetje. 96 maal vergroot.

Fig. 17. Tweede pleopode van de linkerzijde van een mannetje. 58 maal vergroot.

Fig. 18. Linker uropode van een mannetje. 96 maal vergroot.

Plaat. III.

Fig. 19. Schets van de voorste thoracaal-segmenten van een mannetje, om de coxopoditen (*a*—*d*) te doen zien. 29 maal vergroot.

Fig. 20. Zevende borstsegment van een mannetje van achteren gezien, om de inplanting van de »penes" te doen zien. 58 maal vergroot.

Fig. 21. De »penes" sterker, 450 maal, vergroot.

vd. Vas deferens.

Fig. 22. Gedeelte van den achterrand van het 5de thoracaal-segment en van de daarmede samenhangende coxopodite, om de daarop ingeplante haren en stekels te laten zien. 450 maal vergroot.

a. vertakte borstel.

Fig. 23. Kapsels van Folliculina Limnoriae op het voorlaatste achterlijfssegment en het telson. 58 maal vergroot.

Fig. 24. Sagittale doorsnede door den kop. 90 maal vergroot.

md. Bovenkaak.

mu. Spieren van de bovenkaak.

sg. Bovenslokdarmknoop.

Digitized by Google

Fig. 25. Sagittale doorsnede door den kop korter bij het vlak van symmetrie, dan die der vorige figuur. 90 maal vergroot.

md. Bovenkaak.
me. Metepistomum.
m. Spieren van de onderkaak.
m'. Spier van den kaakpoot.
sl. Slokdarm.
sg. Bovenslokdarmknoop.

Fig. 26. Sagittale doorsnede door den thorax, ongeveer op halven afstand tusschen de inplanting der pooten en het vlak van symmetrie. 58 maal vergroot.

I—VII. De segmenten van den thorax.
m. De krommings-spiermassa.
d. Darm.
l. Leverzakken.
o. Eierstok.

Fig. 27. Gedeelte van de krommings-spiermassa der vorige figuur, sterker, 450 maal, vergroot.

Fig. 28. Sagittale doorsnede door den kop, nagenoeg op de hoogte van het vlak van symmetrie. 136 maal vergroot. *me*, *sl*, *sg*, als in Fig. 25.

I—IV. Aanzwellingen van den onderslokdarmknoop.
A. Kliermassa's van onbekende functie.

Plaat IV.

Fig. 29. Overlangsche doorsnede van een vrouwelijk exemplaar ongeveer op de hoogte van het vlak van symmetrie. 58 maal vergroot.

1—7. De segmenten van den thorax.
I—VI. De segmenten van het abdomen.
G I—G VII. De zenuwknoopen van de thorax-segmenten.
A G. De uit versmelting van de verschillende abdominaal-ganglien ontstane achterlijfsganglien-massa.
sl. Slokdarm.
m. Kneedmaag.
i. Darmkanaal.
l. Lever.
ov. Eierstok.
h. Hart.

Fig. 30. Schematische figuur van het voorste gedeelte van het lichaam van een Limnoria om aan te geven, hoe ongeveer de in de figuren 31—37 afgebeelde doorsneden genomen zijn. In die figuren is steeds

sl. Slokdarm.
m. Kneedmaag.
i. Darm.
rp. Ringplaat.

Digitized by Google

dp. Dekplaat.

S', voorste zijstuk, *S''* achterste zijstuk, *S'''* middenstuk van de kneedmaag.

Fig. 31. Doorsnede door den kop van Limnoria, ongeveer overeenkomende met α—α van fig. 30. 96 maal vergroot.

c. Boven- en onderslokdarmknoop vereenigende commissuren.

Fig. 31*. Eenige der haren, die ingeplant zijn op het voorste zijstuk van de kneedmaag. 450 maal vergroot.

Fig. 32. Doorsnede door den kop rakende de het sterkst dorsaalwaarts nitstekende gedeelten van het middenstuk (*S'''*), dat slokdarm en kneedmaag van elkander scheidt. De doorsnede gaat eveneens door de voorste (*S'*) en door de achterste zijstukken (*S''*). 96 maal vergroot.

Fig. 33. Gedeelte van eene doorsnede door den kop, gaande door het toestel, het middenstnk (*S'''*), dat den slokdarm van de kneedmaag scheidt. De voorste en achterste zijstnkken van de kneedmaag (*S'* en *S''*) zijn eveneens te onderscheiden. 256 maal vergroot.

Fig. 34. Doorsnede door den kop op de hoogte, waar een dnidelijke achterzak (*az*) gevormd wordt, doordat de achterste zijstukken zich zoo sterk ontwikkelen, dat zij elkander in het mediane vlak nagenoeg bereiken. De doorsnede gaat door het metepistoom, daar waar de bovenkaken daar tegen aansluiten. Het eigenlijk gezegde darmkanaal is in deze doorsnede door een groep cellen (*i*) aangednid. 96 maal vergroot.

Fig. 35. Doorsnede door de kneedmaag, ter plaatse, waar zich aan den naar de rugzijde van het dier gekeerden kant de wand van den eigenlijken darm als een groep van hoogere cellen (*i*) begint te vertoonen. De oorspronkelijke wand van de kneedmaag treedt in deze doorsnede voor het eerst op als een z. g. dekplaat (*dp*), die het lumen van de kneedmaag van dat van den darm scheidt. 192 maal vergroot.

Plaat V.

Fig. 36. Doorsnede door de kneedmaag, waarin een veel grooter gedeelte van den wand van den darm te onderscheiden is. Het middenstuk van de kneedmaag *S'''* draagt aan zijn naar achteren en naar binnen gekeerd oppervlak een kuif van uiterst fijne haren. Vergrooting 192 maal.

Fig. 37. Doorsnede door de kneedmaag ter plaatse, waar aan de linkerzijde de lever (*le*) in den zoogenaamden achterzak van de kneedmaag uitkomt. Aan de rechterzijde vertoont de lever zich als even aangesneden. De cellen van den wand van den eigenlijken darm hebben op deze hoogte volkomen het karakter van kliercellen aangenomen. Ter plaatse, waar deze cellen aan de kleinere van het meer ventrale gedeelte van den darmwand aansluiten, wordt aan beide zijden een instulping van cellen (*rp*) gevormd, die vermoedelijk met de door Ide onderscheiden ringplaat overeenstemt. *N*. is de achterste aanzwelling van den onderslokdarmknoop. 256 maal vergroot.

Digitized by Google

Fig. 38. Doorsnede door den kop gaande ongeveer door het midden der oogen, door de basis der sprieten [*A*] en het bovenoppervlak van den slokdarm nog juist rakende [*Sl*]. Vergrooting 96 maal.

Bl. De bovenste lobben van het hersen- of bovenslokdarmganglion.

Gl. De gezichtslobben.

Gz. De gezichtszenuw.

Rl. De reuklobben.

Fig. 39. Doorsnede door den thorax en wel door het 5de segment. 96 maal vergroot.

d. Darm.

h. Hart.

l. Lever.

m. De krommingsspiermassa.

ov. Eierstok.

od. Eileider.

pe. De als pericardium fungeerende bindweefsel-holte, waarin het hart geplaatst is.

G. Het centrale zenuwstelsel.

Fig. 39'. Gedeelte van een dwarse doorsnede door den thorax. 192 maal vergroot.

d, *l*, *ov*, als in de vorige figuur.

a. Nagenoeg rijp ei.

b. Ei bestemd voor eene volgende voortplantingsperiode.

c. Eikiemen in den allerjongsten toestand.

Fig. 39''. Dwarse doorsnede van de krommingsspiermassa, bij 600-malige vergrooting.

Fig. 40. Dwarse doorsnede van het abdomen op de hoogte van de anaalopening. 96 maal vergroot. *m*, als sphincter dienstdoende spieren.

Fig. 41. Houtvezelen, waaronder zulke met hofstippels, uit de maag van Limnoria. 192 maal vergroot.

Fig. 42. Schuine doorsnede door het hart van Limnoria. 136 maal vergroot.

a. Naar binnen uitpuilende uitstulpingen van den hartwand.

Fig. 43. Broedlamel van den 3den poot van Limnoria. 40 maal vergroot.

Fig. 44. Nagenoeg rijpe eierstok uit zes ovariaaleieren samengesteld. 40 maal vergroot.

e. De voor een volgende broedperiode bestemde eikiemen.

Fig. 44'. Kiemblaasje met kiemvlek uit een der ovariaaleieren. 256 maal vergroot.

Plaat VI.

Zincographiën naar photographiën van door Limnoria aangetast hout. Ongeveer $1\frac{1}{2}$ maal de ware grootte.

Digitized by Google

Fig. 1. Het natuurlijk oppervlak.

Fig. 2. Aan het oppervlak evenwijdige doorsnede, verkregen door ongeveer 2.5 m.m. van het hout weg te schaven.

Fig. 3. Een diepere doorsnede, ongeveer 5 m.m. beneden het natuurlijke oppervlak. Men ziet Limnoria's in het blinde uiteinde van enkele gangen.

Plaat VII.

Graphische voorstelling van het zoutgehalte van het zeewater op verschillende punten van de kust.

A. Voor plaatsen, waar Limnoria is waargenomen: *Marsdiep*, *Wemeldinge*, *Harlingen* en *Ymuiden*.

B. Voor plaatsen, waar Limnoria niet werd aangetroffen: *Urk* en *Lemmer*.

De werkelijk waargenomen areometer-standen zijn telkens voor tien dagen te zamen geteld, en hieruit is, door deeling door tien, voor elke tiendaagsche periode een gemiddelde stand berekend. De aldus berekende standen zijn door **zwarte** gestippelde of getrokken lijnen vereenigd.

De waargenomen areometerstanden zijn vervolgens gereduceerd op een temperatuur van $17^{1}/_{2}^{\circ}$ C. en voor de aldus verkregen cijfers is eveneens het gemiddelde per tien dagen berekend. De aldus berekende standen zijn door **roode** gestippelde of getrokken lijnen vereenigd.

Digitized by Google

Digitized by Google

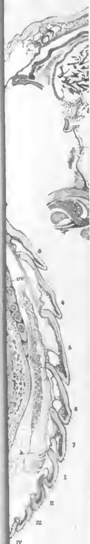


Digitized by Google





Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

LIMNORIA-RAPPORT

BIJLAGEN

F a

Digitized by Google

BIJLAGE 1.

COPIE VAN EEN SCHRIJVEN VAN DEN MINISTER VAN WATERSTAAT, HANDEL EN NIJVERHEID.

Ministerie van Waterstaat Handel en Nijverheid.

'sGravenhage 27 November 1885.

N°. 31.
Afdeeling
WATERSTAAT A
betreffende vernieling
paalwerken.

1 Bijlage.

Door de Inspecteurs van den Waterstaat is mijne aandacht gevestigd op de verwoestingen door een klein schaaldier, de *Limnoria terebrans*, op aan of nabij de zee gelegen houtwerken aangericht. Zij hebben mij daarbij doen toekomen een door teekeningen opgehelderd uittreksel van eene beschrijving van de wijze van werken van dit diertje overgenomen uit een opstel van den franschen ingenieur CLAVENAD in de *Mémoires de la Société nationale des sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg* voor 1879.

Dit uittreksel gaat hiernevens.

Het komt mij wenschelijk voor, aangaande de levenswijze en de werking van dit schaaldier een opzettelijk onderzoek te doen instellen.

Ik heb de eer daartoe de medewerking te vragen van de Afdeeling voor de Wis- en Natuurkundige Wetenschappen van de Koninklijke Akademie, met verzoek mij omtrent deze zaak van voorlichting te willen zijn.

De Minister van Waterstaat, Handel
en Nijverheid
(*w. g.*) VAN DEN BERGH.

Aan
de Koninklijke Akademie
van Wetenschappen.

BIJLAGE 2.

WAARNEMINGEN OP DE DENSITEIT EN DE TEMPERATUUR VAN HET ZEEWATER BETREKKING HEBBENDE, INGESTELD OP VERSCHILLENDE PUNTEN DER KUST.

OVERZICHT.

a. Bath, (areometer-waarnemingen, viermaal 's maands, bij eb en bij vloed) voortgezet van Augustus 1886 tot December 1889.

b. Brouwershaven, (areometer-waarnemingen, zeer enkele) ingesteld van December 1886 tot September 1887.

c. Hansweerd, (als te Bath) voortgezet van Juli 1886 tot Oct. 1889.

d. Harlingen, (areometer-, van af Mei 1887 tevens thermometer-waarnemingen, ingesteld om 2 uur 's namid.) voortgezet van October 1886 tot Maart 1890.

e. Helder (Marsdiep), (areometer- en thermometer-waarnemingen, ingesteld bij het eind van den vloed en bij het eind van de eb) gedurende 1888.

f. Lemmer, (areometer en thermometer-waarnemingen, ingesteld drie maal daags) gedurende 1888.

g. Nieuw Bildt, (areometer-waarnemingen, ingesteld bij hoog- en bij laagwater, dagelijks) van October 1886 tot April 1888.

h. Oude Hoeve (Renesse), (areometer-waarnemingen, van tijd tot tijd ingesteld) van December 1886 tot December 1889.

i. Urk, (areometer- en thermometer-waarnemingen, ingesteld drie maal daags) gedurende 1888.

j. Wemeldinge, (areometer-, van af Juli 1887 tevens thermometer-waarnemingen, ingesteld om 2 uur 's namid.) voortgezet van Juli 1886 tot Maart 1890.

k. Ymuiden, (areometer- en thermometer-waarnemingen, ingesteld om 2 uur 's namid.) voortgezet van Februari 1888 tot Maart 1890.

l. Zierikzee, (areometer-waarnemingen, van tijd tot tijd ingesteld) van December 1886 tot December 1889.

m. Zijpe (stoombootsteiger), (weinige areometer-waarnemingen) gedurende de jaren 1887 tot 1889.

---

a. BATH, Augustus 1886 — April 1888.

DATUM			Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.		DATUM			Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.	
			Vloed	Ebbe				Vloed	Ebbe
1886.	Augustus	17		1.0139	1887.	Juli	5	1.0154	1.0154
		28		1.012			12	1.015	1.015
	September	17	1.0156				19	1.0154	1.0154
		18		1.015			26	1.0152	1.016
		28	1.0168	1.0168		Augustus	2	1.0147	1.0145
	October	6	1.0155	1.0154			9	1.017	1.017
		19	1.0158	1.015			16	1.0173	1.0173
		26	1.0168	1.0158			23	1.0174	1.0173
	November	23	1.0172	1.0142			30	1.0173	1.0173
		30	1.0171	1.014		September	6	1.0173	1.0173
	December	7	1.015	1.011			13	1.0182	1.0181
		11	1.015	1.0112			20	1.0184	1.0184
		21	1.0154	1.0122			27	1.0184	1.0184
		28	1.015	1.0142		October	4	1.0184	1.0183
1887.	Januari	4	1.0063	1.006			11	1.0194	1.0194
		11	1.009	1.0072			18	1.018	1.018
		20	1.009	1.011			25	1.0194	1.0193
		25	1.0082	1.008		November	1	1.0174	1.0174
	Februari	1	1.010	1.010			7	1.0174	1.0172
		8	1.013	1.0123			14	1.0184	1.0182
		15	1.0083	1.0082			21	1.0182	1.0181
		22	1.011	1.012			28	1.0172	1.0172
	Maart	1	1.011	1.011		December	5	1.0162	1.016
		8	1.0131	1.013			12	1.0164	1.0162
		15	1.0134	1.0122			19	1.0161	1.0161
		22	1.0134	1.0112			27	1.0114	1.0113
		29	1.0132	1.0122	1888.	Januari	3	1.0082	1.0082
	April	6	1.0114	1.0102			9	1.0114	1.0112
		12	1.0114	1.0112			16	1.0114	—
		19	1.0112	1.0114			23	1.0104	1.0104
		26	1.0122	1.0124			31	—	—
	Mei	3	1.0111	1.0104		Februari	8	1.0114	1.0114
		10	1.0142	1.0142			14	1.0093	1.0094
		17	1.0134	1.0132			21	1.0101	1.0101
		24	1.0134	1.0134			28	1.0092	1.0092
		31	1.0134	1.0134		Maart	6	1.0152	1.0152
	Juni	7	1.012	1.013			13	1.0074	1.0074
		14	1.0134	1.0134			20	1.0031	1.0032
		21	1.0142	1.0141			27	1.0032	1.0032
		28	1.0141	1.0141		April	3	1.006	1.006

a. BATH, April 1888 — October 1889.

DATUM			Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.		DATUM			Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.	
			Vloed	Ebbe				Vloed	Ebbe
1888.	April	10	1.0043	1.0042	1889	Januari	16	1.011	1.0104
		17	1.006	1.0053			23	1.0114	1.0114
		29	1.009	1.0084			29	1.0104	1.0104
	Mei	1	1.0064	1.0062		Februari	5	1.007	1.0064
		8	1.009	1.0084			12	1.007	1.007
		15	1.0064	1.0062			19	1.0092	1.009
		22	1.0084	1.0082			26	1.0091	1.009
		29	1.0114	1.0112		Maart	5	1.0104	1.0102
	Juni	5	1.0122	1.0121			12	1.007	1.007
		12	1.0112	1.011			18	1.0074	1.0074
		19	1.0111	1.011			26	1.007	1.007
		26	1.0134	1.0132		April	2	1.008	1.0074
	Juli	3	1.0112	1.011			9	1.0071	1.007
		10	1.0134	1.0132			16	1.0092	1.0092
		17	1.0104	1.0104			24	1.0092	1.009
		24	1.0111	1.0112		Mei	1	1.0082	1.0092
		31	1.0082	1.0082			7	1.0104	1.0104
	Augustus	7	1.0072	1.007			14	1.0082	1.008
		14	1.0084	1.0082			21	1.008	1.008
		21	1.0084	1.0082			28	1.0102	1.0101
		28	1.0084	1.0082		Juni	4	1.008	1.008
	September	5	1.0104	1.0102			11	1.0114	1.0113
		12	1.011	1.0102			18	1.0092	1.009
		18	1.0122	1.0124			26	1.011	1.011
		25	1.013	1.0124		Juli	2	1.011	1.011
	October	2	1.0124	1.0122			9	1.0104	1.0104
		9	1.0134	1.0134			16	1.0112	1.011
		16	1.0131	1.0123			23	1.0152	1.0152
		23	1.013	1.0124			31	1.013	1.0132
		30	1.012	1.0114		Augustus	6	1.0134	1.0132
	November	7	1.0124	1.0124			13	1.0124	1.0124
		13	1.012	1.0114			20	1.014	1.014
		20	1.0134	1.0122			27	1.0122	1.012
		27	1.0084	1.008		September	3	1.0114	1.0112
	December	4	1.0092	1.0091			10	1.0144	1.0144
		11	1.011	1.011			19	1.0162	1.016
		18	1.0094	1.0092			24	1.0154	1.0152
		25	1.0111	1.011		October	1	1.0064	1.0064
1889.	Januari	2	1.0092	1.009			8	1.0114	1.0114
		8	1.0104	1.0102			15	1.0064	1.0064

Digitized by Google

a. BATH, October 1889 — December 1889.

DATUM			Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.		DATUM.			Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.	
			Vloed	Ebbe				Vloed	Ebbe
1889.	October	22	1.0114	1.0114	1889.	December	3	1.0112	1.011
		29	1.0112	1.011			10	1.0102	1.010
	November	5	1.0124	1.012			17	1.010	1.010
		12	1.0094	1.0093			23	1.0122	1.0122
		19	1.0102	1.010			31	1.0114	1.0122
		26	1.011	1.011					

Digitized by Google

b. BROUWERSHAVEN, Dec. 1886 — Sept. 1887.

DATUM			Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte. 's Middags
1886.	December	29	1.0202
1887.	Februari	14	1.0226
	Maart	30	1.0224
	April	27	1.0204
	Juni	24	1.018
	Juli	13	1.0182
	Augustus	22	1.019
	September	20	

Digitized by Google

c. HANSWEERD, Juli 1886 — Januari 1888.

DATUM			Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte. Vloed	Ebbe	DATUM			Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte. Vloed	Ebbe
1886.	Juli	18		1.018	1887.	April	19	1.015	1.015
		26	1.018	1.018			26	1.015	1.0158
	Augustus	3	1.018	1.018		Mei	3	1.015	1.015
		10	1.0162	1.0176			10	1.015	1.0166
		17	1.0176	1.0176			17	1.0158	1.0164
		26	1.0176	1.0176			24	1.016	1.016
	September	1	1.0164	1.0168			31	1.015	1.0156
		8	1.0174	1.018		Juni	7	1.0154	1.0154
		14	1.0169	1.0166			14	1.015	1.0156
		21	1.0184	1.0184			21	1.0156	1.0158
		28	1.0189	1.0188			28	1.0156	1.0164
	October	6	1.0192	1.0192		Juli	5	1.0168	1.0172
		12	1.0198	1.020			12	1.0156	1.0156
		19	1.0194	1.0196			19	1.0172	1.0174
		26	1.020	1.0208			26	1.0156	1.016
	November	2	1.0202	1.0203		Augustus	2	1.0166	1.0176
		9	1.0202	1.0204			9	1.0178	1.0182
		16	1.0198	1.0204			16	1.0186	1.0184
		23	1.0206	1.0212			23	1.018	1.0178
		30	1.0202	1.0204			30	1.0182	1.0182
	December	7	1.0202	1.0202		September	6	1.0186	1.019
		11	1.0192	1.0196			13	1.0192	1.0194
		21	1.0162	1.019			27	1.0204	1.0202
		23	1.0172	1.0156		October	4	1.0204	1.0202
		28	1.0168	1.0154			11	1.020	1.0198
1887.	Januari	4	1.015	1.015			18	1.020	1.020
		11	1.015	1.015			25	1.0212	1.0212
		18	1.015	1.015		November	1	1.0204	1.0202
		25	1.015	1.015			7	1.020	1.020
	Februari	1	1.015	1.015			14	1.020	1.0198
		8	1.015	1.015			21	1.019	1.020
		15	1.015	1.0158			28	1.0194	1 019
		22	1.015	1.015		December	5	1.019	1.0192
	Maart	1	1.0154	1.0156			12	1.0188	1.0188
		8	1.015	1.017			19	1.018	1.1904
		15	1.0169	1.016			27	1.016	1.018
		22	1.0172	1.0168	1888.	Januari	3	1.0156	1.0162
		29	1.0154	1.0162			9	1.0156	1.016
	April	6	1.015	1.0164			15	1.015	1.015
		12	1.015	1.0152			23	1.015	1.0162

Digitized by Google

c. HANSWEERD, Februari 1888 — Juli 1889.

DATUM	Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte. Vloed	Ebbe
1888. Februari 31	1.016	1.0188
8	1.0154	1.0166
14—28	lichter dan 1.015	lichter dan 1.015
Maart 6	1.0152	
Maart 13—Mei 8	lichter dan 1.015	
Mei 15	1.0154	
Mei 22—Juni 12	lichter dan 1.015	
Juni 19	1.0158	1.0158
Juni 26—Juli 3	lichter dan 1.015	lichter dan 1.015
Juli 10	1.0158	1.0162
Juli 17—Sept. 18	lichter dan 1.015	1.015
September 25	1.0158	1.0162
October 2	1.017	1.0168
9	1.0172	1.0172
16	1.0162	1.0172
23	1.0162	1.0166
30	1.0162	1.0148
November 7	1.0142	1.0142
13	1.014	1.0142
20	1.014	1.0142
27	1.014	1.015
December 4	1.0128	1.013
11	1.0134	1.014
13	1.0138	1.014
1889. Januari 2	1.014	1.015
16	1.014	1.0138
23	1.0136	1.0146
29	1.0146	1.0144
Februari 5	1.014	1.0168
12	1.014	1.0164

DATUM	Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte. Vloed	Ebbe
1889. Februari 19	1.0116	1.014
26	1.011	1.0122
Maart 5	1.0124	1.0146
18	1.010	1.0122
26	1.0128	1.0146
April 2	1.0126	1.0134
9	1.0106	1.0118
16	1 012	1.0132
24	1.011	1.012
Mei 1	1.012	1.014
7	1.0112	1.0118
14	1.0118	1.0124
21	1.0106	1.0115
28	1.012	1.0122
Juni 4	1.0132	1.0132
11	1.0141	1.0142
18	1.0136	1.0144
26	1.0142	1.014
Juli 2	1.015	1.015
9	1.0148	1.015
16	1.0152	1.0156
23	1.0166	1.0168
30	1.0162	1.016
Augustus 6	1.016	1.016
13	1.017	1.0176
20	1.0166	1.0172
27	1.016	1.0168
September 3	1.016	1.0168
10	1.0156	1.0156
19	1.0178	1.0184
24	1.0178	1.0174
October 1	1.0178	1.0178

Digitized by Google

d. HARLINGEN, October 1886 — November 1886.

DATUM		Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.		Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.		Wind		Strooming
		Uur	bij H.W.	Uur	bij L.W.	bij H.W.	bij L.W.	
1886. October	1	10.30 V	1.0197 †	7.— N	1.0194	Z Z.O	O Z.O	
	2	12.— N*	1.0198	7.— V	1.0199	W.Z W.	Z.Z.W.	
	3	12.15 "	1.0206	8.— "	1.0204	Z.O.	O.Z O	
	4	1.— "	1.0207	8.— "	1.0207	O.	O.	
	5	2.15 "	1.0204	9.15 "	1.0209	O.	O.	
	6	3.— "	1.0206	10.— "	1.0204	O.Z.O.	O.	
	7	4.30 "	1.0212	11.— "	1.0208	Z.O.	Z.O.	
	8	5.30 "	1.0209	12.— N	1.0205	Z.O.	Z.O.	
	9	6.30 V	1.0209	1.— "	1.0206	Z.	Z.	
	10	8.15 "	1.021	2.— "	1.0207	Z.Z.W.	Z.W.	
	11	8.15 "	1.0196	2.30 "	1.019	W.Z.W.	W.N.W.	
	12	8.30 "	1.0189	3.30 "	1.0184	Z.Z.W.	Z.Z W.	
	13	9.— "	1.0179	4.— "	1.0181	W.	W.	
	14	9.45 "	1.018	4.30 "	1.0182	Z.Z.W.	Z.Z.W.	
	15	10.30 "	1.0193	5.30 "	1.019	Z.Z.O.	Z.Z.O.	
	16	11.15 "	1.0184	6.15 "	1.0186	Z.O.	O.	
	17	11.30 "	1.0196	6.30 V	1.0191	O.	O.	
	18	12.— N	1.0196	6.45 "	1.0197	Z.O.	O.	
	19	12.30 "	1.0198	7.— "	1.0192	O.	O.	
	20	1.15 "	1.019	8.— "	1.0193	Z.O.	O Z.O.	
	21	1.45 "	1.0194	8.30 "	1.0193	Z.W.	Z.Z.W.	
	22	3.30 "	1.0195	9.45 "	1.0188	W.N.W.	W.	
	23	5.— "	1.0183	11.15 "	1.0194	Z.Z.W.	O.	
	24	5.45 V	1.0191	12.15 N	1.0189	O.	O.	
	25	6 45 "	1.0186	2.15 "	1.0177	O.	O.	
	26	8.— "	1.020	3.15 "	1.022	O.	O.	
	27	9.— "	1.0245	4.— "	1.0247	O.	O.	
	28	9.30 "	1.0246	5.— "	1.025	O.	O.	
	29	10.— "	1.0251	5.15 "	1.0243	Z.O.	Z.	
	30	11.— "	1.0251	5.30 "	1.0253	O.Z.O.	O.Z.O.	
	31	11.30 "	1.0248	5.45 "	1.0244	Z O.	Z.O.	
November	1	12.— N	1.0257	6.45 V	1.0244	Z.Z.O.	Z.Z O.	
	2	12.45 "	1.0202	8.— "	1.024	Z Z.W.	Z Z O.	
	3	1.30 "	1.0237	8.30 "	1.0228	Z.Z W.	Z Z.O.	
	4	2.15 "	1.0184	9.— "	1.0197	Z.W.	W.	
	5	3.30 "	1.020	10.— "	1.0196	Z Z.O.	Z.Z.O.	
	6	4.45 "	1.0188	10.30 "	1.0187	Z	Z.Z.O.	

* 12 N, is 12.— uur 's middags.

† De waarnemingen beneden 1018 zijn gedaan met een areometer van HARRI, die daarboven met een van KIPP & ZONEN.

Digitized by Google

d. HARLINGEN, November 1886 — December 1886.

DATUM			Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.		Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.		Wind		Strooming
			Uur	bij H.W	Uur	bij L.W.	bij H.W.	bij L.W.	
1886.	November	7	6.— V	1.0179	11.30 V	1.6020	ZW.	W.Z.W.	
		8	6.45 »	1.018	1.— N	1.019	Z Z.W.	Z.	
		9	7.30 »	1.0206	2.30 »	1.021	O.Z O.	O Z.O.	
		10	8.15 »	1.021	3.15 »	1.0202	O Z O.	O.Z O.	
		11	9.— »	1.021	4.— »	1.0202	Z O.	Z O.	
		12	9.45 »	1.020	5.— »	1.0195	Z Z O.	Z.Z O	
		13	10.15 »	1.0191	5.15 »	1.0183	Z Z W.	Z.Z W.	
		14	11.— »	1.0179	5.30 »	1.0175	W.	Z.W.	Gestroomd.
		15	11.15 »	1.018	6.— V	1.0178	Z Z.W.	Z Z W.	id.
		16	12.— N	1.0175	7.— »	1.018	Z Z O.	Z	id.
		17	12.30 »	1.018	8.— »	1.0175	Z.W.	Z Z.W.	id.
		18	1.30 »	1.0178	8.30 »	1.0179	W.N.W.	W.N W.	
		19	2.— »	1.0184	9.— »	1.0187	N.N.W.	N.W.	Gestroomd.
		20	3.— »	1.0186	10.— »	1.020	Z Z.O.	Z	id.
		21	4.30 »	1.014	11.— »	1.0186	N	N	id.
		22	5.30 »	1.018	12.— N	1.0183	N	N.	id.
		23	6.15 V	1.013	2.— »	1.019	O Z.O.	O Z.O.	id.
		24	7.15 »	1.011	2.30 »	1.0197	W.	W.N.W.	id.
		25	8.— »	1.019	3.30 »	1.0216	N.W.	N.	id.
		26	8.30 »	1.022	4.30 »	1.022	N.N.W.	N.N.W.	id.
		27	9.15 »	1.0214	5.30 »	1.0225	N.N.W.	N.N.W.	id.
		28	10.— »	1.0208	6.— V	1.0214	Z W.	Z.W.	id.
		29	11.30 »	1.019	6.45 »	1.0201	Z.Z.W.	Z.Z.W.	id.
		30	12.— N	1.0186	7.15 »	1.0179	W.	Z.W.	id.
	December	1	1.— »	1.0184	7.30 »	1.0186	W.N W.	W.N.W.	
		2	2.— »	1.0186	7.45 »	1.0193	N.N.W.	W.N.W.	
		3	2.45 »	1.0208	8.30 »	1.0204	N.W.	Z.W.	Gestroomd.
		4	3.— »	1.0196	9.45 »	1.0197	Z Z.O.	Z.Z O.	id.
		5	3.30 »	1.0187	10.30 »	1.0186	Z Z.W.	Z.W.	id.
		6	4.30 »	1.0178	11.— »	1.0183	Z.W.	W.	
		7	5.30 »	1.0179	11.45 »	1.0183	Z Z W.	Z W.	
		8	6.45 »	1.016	12.15 N	1.0189	Z W.	Z Z.O.	Gestroomd.
		9	7.30 V	1.017	1.30 »	1.015	Z.Z.W.	W.Z.W.	id.
		10	8.30 »	1.0102	2.40 »	1.0094	Z.W.	Z.W.	id.
		11	9.— »	1.0179	3.— »	1.0184	Z Z.W.	Z.	id.
		12	10.— »	1.0165	4.30 »	1.0155	W.	W.	id.
		13	10.30 »	1.0186	5.30 »	1.0186	N.W.	W.	id.
		14	11.— »	1.019	6.30 V	1.0193	Z.W.	N.W.	id.
		15	12.— N	1.0196	7.— »	1.0192	Z Z.O.	Z Z.O.	id.
		16	12.30 »	1.0185	7.30 »	1.019—	Z.W.	Z.W.	id.

Digitized by Google

d. HARLINGEN, December 1886 — Januari 1887.

DATUM.			Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.		Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.		Wind.		Strooming.
			Uur	bij H.W	Uur	bij L.W.	bij H.W.	bij L.W.	
1886.	December	17	1.— N	1.0174	8.— V	1.0182	W.Z.W.	W.	Gestroomd.
		18	2.30 »	1.0196	9.— »	1.018	W.	W.	id.
		19	3.— »	1.019	10.— »	1.0179	Z.Z.O.	Z.Z.W.	id.
		20	4.— »	1.0174	11.30 »	1.0179	O.N.O.	O.	id.
		21	5.15 »	1.018	12.30 N	1.0179	O Z.O.	Z Z.O.	id.
		22	5.30 V	1.0185	1.— »	1.0178	Z Z.O.	Z.Z.W.	Id.
		23	7.— »	1.0184	2.— »	1.0179	O.N.O.	N N.O.	id.
		24	9.— »	1.0182	8.— »	1.018	Z Z.W.	Z.Z.W.	id.
		25	9.30 »	1.018	8.30 »	1.0183	W.N W.	W.N W.	id.
		26	10.— »	1.0189	5.— »	1.0191	Z Z W.	Z.Z.W.	id.
		27	10.45 »	1.0191	5.30 »	1.0194	N.N.O	N.W.	id.
		28	11.45 »	1.0194	5.30 V	1.0193	W.N.W.	Z W.	id.
		29	12.— N	1.0183	7.20 »	1.018	W.	Z.W.	id.
		30	12.30 »	1.0183	7.30 »	1.0185	N.N.O.	N.N.O,	id.
		31	1.15 »	1.0179	8.10 »	1.018	O.N.O.	O.N.O.	id.
1887.	Januari	1	2.— »	1.0188	8.40 »	1.0182	Z Z.O.	Z Z.O.	id.
		2	2.30 »	1.0185	9.— »	1.0206	Z.O.	Z.O.	id.
		3	3.30 »	1.0185	9.45 »	1.0185	Z.O.	Z.O.	id.
		4	4.30 »	1.018	10.15 »	1.0192	Z.O.	Z.O.	id.
		5	5.— »	1.0179	11.— »	1.018	O.Z O.	Z.O.	id.
		6	5.30 »	1.0182	12.30 N	1.0164	Z Z.O.	Z Z O.	id.
		7	6.— V	1.0161	1.30 »	1.0153	Z Z.W.	Z Z O.	id.
		8	7.30 »	1.0158	2.30 »	1.0147	Z.O.	O.Z.O.	id.
		9	8.30 »	1.015	3.30 »	1.0171	O.Z.O.	O.	id.
		10	9.30 »	1.0162	4.30 »	1.0173	Z Z.O	Z.Z.O.	id.
		11	10.30 »	1.0167	5.30 V	1.0175	Z.Z.O.	Z.Z O.	id.
		12	11.15 »	1.0152	6.— »	1.0161	Z Z.O.	Z.Z.O.	id.
		13	12.— N	1.0171	7.— »	1.0173	Z.Z.O.	Z.Z O.	id.
		14	12.30 »	1.0182	8.— »	1.0183	O.	O.Z.O.	id.
		15	1.30 »	1.0199	8.40 »	1.0216	O.N.O.	O.N.O.	id.
		16	2.30 »	1.0221	9.30 »	1.0238	O.	O.	
		17	3.— »	1.0216	10.— »	1.0242	O.	O.	
		18	3.30 »	1.021	10.30 »	1.0228	Z.Z.O.	Z.Z.O.	
		19	4.— »	1.020	11.— »	1.0195	Z.Z.O.	Z.Z.O.	
		20	5.30 »	1.0187	12.30 N	1.018	N.W.	N.N.W.	
		21	7.— V	1.0178	2.— »	1.0191	Z.W.	Z.Z.W.	
		22	8.— »	1.0202	3.— »	1.0188	W.Z.W.	W.Z.W.	Gestroomd
		23	9.— »	1.0178	4.— »	1.0184	W.	W.	id.
		24	9.50 »	1.0188	5.— »	1.019	Z Z.W.	Z.Z.W.	id.
		25	10.30 »	1.0192	5.30 »	1.0184	Z.Z.W.	Z.Z.W.	id.

Digitized by Google

d. HARLINGEN, Januari 1887 — Maart 1887.

DATUM.		Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.		Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.		Wind.		Strooming.
		Uur	bij H.W.	Uur	bij L.W.	bij H.W.	bij L.W.	
1887. Januari	26	11.— V	1.018	6.— V	1.0188	Z.Z.W.	Z.	Gestroomd.
	27	11.30 »	1.018	6.45 »	1.0183	Z.Z O.	Z.Z.O.	id.
	28	12.— N	1.0189	7.10 »	1.0193	Z.	Z.	id.
	29	12.30 »	1.0183	7.35 »	1.0183	Z.W.	Z.W.	id.
	30	1.— »	1.0197	8.— »	1.0188	Z.	Z.	id.
	31	2.— »	1.0187	8.20 »	1.0191	Z.Z.O.	Z.Z O.	id.
Februari	1	2.30 »	1.0179	8.40 »	1.0193	Z.Z.W.	Z W.	id.
	2	3.30 »	1.0183	9.40 »	1.0174	Z.Z.W.	Z.Z.W.	id.
	3	4.— »	1.0175	11.30 »	1.0175	Z.Z.W.	Z Z.W.	id.
	4	5.— »	1.6173	11.30 »	1.0174	Z.Z.W.	Z.Z.W.	id.
	5	6.— »	1.0171	12.30 N	1.0171	Z.W.	Z.	id.
	6	7.— V	1.0174	1.45 »	1.0176	N.W.	N.N.W.	id.
	7	8.— »	1.0176	2.45 »	1.0179	O.N.O.	N.N.O.	id.
	8	9.30 »	1.0181	4.— »	1.0183	O.	O.	id.
	9	10.45 »	1.0182	5.— »	1.0184	O.	O.	id.
	10	12.— N	1.0198	6.— V	1.0196	N.O.	N.O.	id.
	11	12.30 »	1.0218	6.50 »	1.022	N.O.	N.O.	id.
	12	1.— »	1.0226	7.20 »	1.0221	N.O.	N.O.	id.
	13	1.30 »	1.0235	8.— »	1.0232	N.O.	N.O.	id.
	14	2.— »	1.0234	8.30 »	1.0242	N O.	N.O.	id.
	15	2.30 »	1.0238	9.30 »	1.0239	O.	O.	id.
	16	3.30 »	1.0238	10.30 »	1.0247	O.	O.	id.
	17	4.15 »	1.024	11.15 »	1.0249	O.Z.O.	O.Z.O.	id.
	18	5.30 »	1.0232	12.30 N	1.0234	Z.Z O.	Z.Z.O.	id.
	19	6.30 V	1.0236	1.30 »	1.0229	N.W.	N.N.W.	id.
	20	7.45 »	1.0212	2.40 »	1.0226	N.N.O.	N.N.O.	id.
	21	8.50 »	1.0224	3.50 »	1.022	Z.	Z.W.	id.
	22	9.40 »	1.0219	4.30 »	1.0211	Z W.	Z.W.	id.
	23	10.30 »	1.0206	5.30 »	1.0196	Z.W.	Z.W.	id.
	24	11.— »	1.0192	6.— »	1.0189	Z.Z.W.	Z.W.	id.
	25	11.30 »	1.0196	6.30 V	1.0192	Z.W.	Z.W.	id.
	26	12.— N	1.0196	7.— »	1.0191	N.N.O.	N.N.W.	id.
	27	12.30 »	1.0198	7.30 »	1.020	O.Z.O.	O.Z.O.	id.
	28	1.— »	1.0195	8.— »	1.0196	Z.	Z.Z.O.	id.
Maart	1	1.30 »	1.0201	8.20 »	1.0208	ZW.	Z.Z.W.	id.
	2	2.— »	1.0208	9.— »	1.0203	W.	W.	id.
	3	2.30 »	1.0198	9.30 »	1.020	W.Z.W.	W.	id.
	4	2.45 »	1.0196	9.45 »	1.0194	Z.W.	Z.W.	
	5	3.30 »	1.0206	10.30 »	1.0195	N.N.W.	N.N.W.	
	6	4.45 »	1.0204	12.45 »	1.0203	N.N.W.	N.N.W.	

Digitized by Google

d. HARLINGEN, Maart 1887 — April 1887.

DATUM.		Specifiek gewicht van het zeewater, aan de oppervlakte.		Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.		Wind.		Strooming.
		Uur	bij H.W.	Uur	bij L.W.	bij H.W.	bij L.W.	
1887. Maart	7	6.15 V	1.0212	1.15 N	1.0232	N.	N.	
	8	7.35 »	1.0218	2.30 »	1.0221	O.	O.	
	9	9.— »	1.022	4.— »	1.0224	O.N.O.	N.N.O.	
	10	9.45 »	1.023	4.45 »	1.0232	N.	N.	
	11	10.30 »	1.0238	5.30 »	1.0233	Z Z.O.	Z.Z.O.	
	12	11.30 »	1.0236	6.30 »	1.025	N.N.O.	N.N.O	
	13	12.— N	1.024	7.— V	1.0251	Z.Z.O.	Z Z.O.	
	14	12.45 »	1.0237	7.45 »	1.0241	Z.	Z.Z.O.	
	15	1.30 »	1.0234	8.30 »	1.0228	Z.	Z.	
	16	2.15 »	1.0223	9.15 »	1.0219	O.	O.	
	17	3.— »	1.0247	10.— »	1.0224	O.N.O.	O.N.O.	
	18	3.45 »	1.0259	10.45 »	1.026	N.O.	N.O.	
	19	4.30 »	1.0256	11.30 »	1.0252	N.	N.	
	20	6.15 V	1.0259	1.15 N	1.026	O.	O.	
	21	7.30 »	1.0254	2.30 »	1.0252	Z.O.	Z.O.	
	22	8.30 »	1.0254	3.30 »	1.0247	Z.O.	Z.	
	23	9.30 »	1.0238	4.30 »	1.0227	Z.O.	Z.W.	
	24	10.— »	1.0206	5.— »	1.0198	W.Z.W.	W.Z.W.	
	25	10.30 »	1.0198	5.30 »	1.0196	Z.W.	Z.W.	
	26	11.15 »	1.0206	6.— »	1.0201	N.W.	N.W.	
	27	11.15 »	1.0204	6.15 V	1.0202	W.	W Z W.	
	28	1.30 N	1.0178	6.30 »	1.0188	W.N.W.	W N.W.	
	29	12.90 »	1.0193	7.20 »	1.0216	N.W.	N.O.	
	30	12.50 »	1.020	7.40 »	1.0208	N.O.	N.O.	
	31	2.15 »	1.0205	8.10 »	1.0206	Z.Z.W;	Z.Z.W.	Gestroomd.
April	1	1.40 »	1.0312	8.40 »	1.0206	N O.	N O	id.
	2	2.30 »	1.0202	9.30 »	1.0208	W N.W.	W.N.W.	id.
	3	3.30 »	1.0205	10.30 »	1.0209	N.W.	N.W.	id.
	4	4.30 »	1.0209	11.30 »	1.0206	Z.W.	Z.Z W.	id.
	5	6.35 V	1.0212	1.30 N	1.0203	W.	N.W.	id.
	6	7.30 »	1.0219	2.30 »	1.0227	N.O.	N.O.	id.
	7	9.— »	1.0242	4.— »	1.0251	N.O.	N.O.	id.
	8	9.45 »	1.025	4.45 »	1.0257	N.O.	N.N.O.	id.
	9	10.30 »	1.0258	5.30 »	1.025	N.N.O.	N.N.O.	
	10	11.— »	1.0255	6.— V	1.0255	N.	N.N.O.	
	11	11.40 »	1.0246	6.40 »	1.0251	N.N.O.	N.N.O.	
	12	12.15 N	1.0252	7.15 »	1.0257	N.N O.	N.O.	
	13	1.— »	1.0254	8.— »	1.026	N.N.O.	N.N.O.	
	14	1.45 »	1.0256	8.45 »	1.0254	N.N.O.	N.N.O.	
	15	2.30 »	1.0247	9.30 »	1.0257	N.N.W.	W.N.W.	

c. HARLINGEN, April 1887.

DATUM.		Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.		Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.		Wind.		Strooming.
		Uur	bij H.W.	Uur	bij L.W.	bij H.W.	bij L.W.	
1887. April	16	3.15 N	1.0253	10.20 V	1.0259	N.O.	N.O.	
	17	4.30 „	1.0258	11.30 „	1.0259	N.W.	N.W.	
	18	5.30 „	1.0252	12.30 N	1.0248	W N W.	W.Z W.	
	19	7.15 V	1.0251	2.10 „	1.0244	W.N.W.	W.	
	20	8.— „	1.0249	3.— „	1.0244	W.N.W.	W.	
	21	9.— „	1.025	4.— „	1.0252	N.O.	Z.W.	
	22	9.30 „	1.0249	4.30 „	1.0232	Z,W.	Z.Z.W.	
	23	10.— „	1.021	5.— „	1.0213	Z.	Z W.	
	24	10.30 „	1.0208	5.30 „	1.0212	Z Z.W.	Z.W.	
	25	11.— N	1.0195	6.— „	1.0187	Z.W.	Z.W.	
	26	11.45 „	1.0192	6.30 V	1.0192	Z W.	Z.Z.W	
	27	12.— N	1.0194	6.45 „	1.0203	Z.W.	Z.W.	
	28	12.30 „	1.0183	7.15 „	1.0186	Z W.	Z.W.	
	29	1.— „	1.0191	8.— „	1.0192	Z.W.	Z.W.	
	30	1.30 „	1.0192	8.30 „	1.0196	N N O.	N.N.W.	

d. HARLINGEN, Mei 1887 — Juli 1887.

DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind en Windkracht	DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind en Windkracht
		2 uur N.	2 uur N.				2 uur N.	2 uur N.	
1887. Mei	1	+ 9 C.	1.0196	N.N.O. 2	1887. Juni	3	+17.5 C.	1.025	O. 2
	2	9	1.0203	O. 2		4	16.5	1.0253	Z.O. 2
	3	10	1.0213	W. 2		5	17	1.0248	N.W. 2
	4	8.5	1.0239	N. 2		6	20.5	1.0232	W. 2
	5	11.5	1.0223	W.Z.W. 1		7	19.5	1.0225	Z.W. 2
	6	12	1.0242	N.O. 3		8	19.5	1.0191	W.Z.W. 2
	7	10	1.0243	N.W. 3		9	18.5	1.0204	W. 3
	8	12.5	1.0248	N.W. 2		10	16	1.0212	N.N.W. 3
	9	14	1.024	W. 2		11	16.5	1.021	W.Z.W. 3
	10	13	1.0242	NW. 3		12	17.5	1.0202	W. 2
	11	12	1.024	N.N.W. 2		13	18.5	1.0194	W.N.W. 2
	12	13	1.0245	N.N.W. 2		14	19.5	1.020	N.N.W. 2
	13	10	1.024	N. 3		15	20	1.0203	Z.Z.W. 2
	14	12.5	1.0254	N.N.O. 3		16	20	1020.9	N.N.O. 2
	15	9.5	1.0257	N. 3		17	20.5	1.0222	N.N.O. 3
	16	14.5	1.0254	N.N.O. 3		18	22	1.0222	N.N.O. 2
	17	11.5	1.0184	N.N.W. 2		19	24.5	1.0216	N.N.W. 2
	18	12	1.0252	W. 2		20	17.5	1.0257	N. 3
	19	14	1.0257	W. 2		21	16.5	1.0261	N. 3
	20	10.5	1.0233	W.Z.W. 5		22	18.5	1.0256	N 3
	21	12.5	1.0204	Z.W. 2		23	16.5	1.0257	N.N.W. 2
	22	17	1.0196	W.N.W. 2		24	19	1.0254	N.N.O. 2
	23	10	1.0206	W.N.W. 2		25	17.5	1.0257	N. 2
	24	10	1.0211	N.N.W. 3		26	17	1.0258	N.N.W. 2
	25	12	1.0218	N.O. 3		27	19	1.0254	W. 2
	26	14.5	1.0217	N.O. 3		28	16.5	1.0261	N.W. 3
	27	12.5	1.023	N.O. 2		29	16.5	1.0264	N.N.W. 2
	28	11.5	1.0222	N.N.W. 2		30	18.5	1.0262	N. 2
	29	14	1.0232	N.N.O. 2	Juli	1	18	1.026	N. 2
	30	15	1.0236	O.N.O. 2		2	20	1.0254	Z.W. 2
	31	15.5	1.0243	N.N.O 2		3	22.5	1.0247	Z.Z.W. 2
Juni	1	16	1.0243	N.O. 1		4	28.5	1.023	W.Z.W. 2
	2	17.5	1.025	N.O. 2		5	19.5	1.0248	N. 2

NB. De waarnemingen zijn gedaan met een densimeter van de Heeren Kipp en Zonen en met een ongecorrigeerden thermometer van den Heer L. J. Haeri te *Amsterdam*. Na den 18den Juli is gebruik gemaakt van Duitsche areometers. Correctie is niet noodig, daar zij onderling geen verschil aangeven. — De temperatuur moet tot en met 18 Juli met 0.2 verminderd worden, zijnde dit het verschil tusschen den vroegeren thermometer en den thans in gebruik zijnden, op $^1/_5$ ° verdeelden, thermometer van Celsius.

Fc

d. HARLINGEN, Juli 1887 — September 1887.

DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind en Windkracht	DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind en Windkracht
	2 uur N.	2 uur N.			2 uur N.	2 uur N.	
1887. Juli 6	+17 C.	1.0258	N.N.W. 3	1887 Aug. 14	15.9	1.0254	W.N W. 2
7	19	1.0248	W.N.W. 2	15	16.2	1.0253	W. 2
8	21	1.0243	Z Z W. 2	16	17.4	1.0245	N O. 2
9	18.5	1.023	Z W. 2	17	19.3	1.0244	N N.O. 2
10	18.5	1.0213	Z Z.W. 3	18	18.1	1.0246	N.O. 3
11	19	1.0209	W.Z W. 2	19	17	1.0246	N.N.W. 2
12	19.5	1.0197	W Z.W. 2	20	17.5	1.0244	N.N.O. 2
13	23	1.0197	Z O. 2	21	17.2	1.025	N W. 2
14	22.5	1.0193	Z W. 2	22	17.4	1.0241	N.W. 2
15	22.5	1.0196	Z W. 2	23	18.3	1.0232	Z.W. 2
16	20.5	1.0203	N. 3	24	18.4	1.023	N.N.O. 2
17	20	1.0204	W.N W. 3	25	20.3	1.0231	N.W. 1
18	18	1.0207	N.N.W. 2	26	22	1.0223	W. 1
19	20.5	1.0208	N N W. 2	27	20	1.0226	Z. 2
20	22.2	1.0207	N. 2	28	20.2	1.0226	Z.Z O. 2
21	22.8	1.0214	N N O. 2	29	19.3	1.0218	Z.W. 3
22	22.5	1.0219	O. 2	30	19.8	1.0204	Z.W. 3
23	19.7	1.0229	N N W. 3	31	18.1	1.020	Z.W. 4
24	19.8	1.0228	Z Z.W. 3	Sept. 1	17.9	1.0196	Z W. 3
25	19.9	1.0219	W.N.W. 2	2	17.6	1.0205	W.Z W. 4
25	20	1.0222	O.Z.O. 2	3	17.2	1.0192	Z Z.W. 3
27	19.8	1.0216	Z.Z.W. 3	4	17.6	1.0207	Z Z.W. 3
28	21.6	1.0203	Z.W 2	5	15.5	1.020	W Z.W. 3
29	23	1.0213	Z.Z.W. 2	6	16.4	1.0198	Z.W. 3
30	22.8	1.0207	Z W. 2	7	16.5	1.020	Z.W. 3
31	17	1.0092	N O. 3	8	15.3	1.0211	W.N.W. 2
Aug. 1	21.1	1.0221	N W. 3	9	16.3	1.0214	Z Z.W. 2
2	17.3	1.0222	N.W. 3	10	14.8	1.0208	W.N.W. 3
3	19.5	1.0224	N.W. 2	11	14.2	1.021	W.Z.W. 3
4	20.8	1.0223	N.N.O. 2	12	14	1.0201	N W. 2
5	19.8	1.0225	O. 2	13	13.8	1.0197	W. 2
6	22.2	1.0227	N.W. 1	14	13.8	1.0199	Z.W. 2
7	19.6	1.0229	W.N.W. 3	15	13.1	1.0179	Z. 3
8	18.5	1.0232	W. 4	16	16.5	1.0174	Z.W. 2
9	17.4	1.0234	W N W 4	17	14.9	1.0178	Z. 2
10	15.9	1.0242	N.N.W 5	18	13.9	1.0183	N. 2
11	15.1	1.0256	N N W. 4	19	13.2	0.0187	N.W. 2
12	15.2	1.0254	W N W. 2	20	13.6	1.0198	N. 3
13	14.2	1.0256	N W. 2	21	13.8	1.0201	N.N.O. 2

d. HARLINGEN, September 1887 — December 1887.

DATUM.	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte	Wind en Windkracht	DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a. d. oppervlakte	Wind en Windkracht
	2 uur N.	2 uur N			2 uur N.	2 uur N.	
1887. Sept. 22	+13.6 C.	1.0205	N.W. 2	1887. Nov. 1	+ 7.3 C.	1.017	Z.O. 2
23	13.8	1.0208	N.N.W. 2	2	6.2	1.0161	Z.O. 2
24	13.8	1.0215	N.N.W. 2	3	6	1.0172	Z.O. 4
25	12.9	1.0224	N W. 2	4	7.4	1.0142	Z.Z.O. 3
26	12.7	1.0221	Z.W 3	5	7.2	1.0134	Z Z.W. 2
27	12.5	1.0211	N.W. 3	6	6.5	1.0148	O.Z O. 2
28	12.8	1.0201	Z Z O. 3	7	7.4	1.0153	O. 2
29	11.9	1.0202	O Z.O. 2	8	6.8	1.0153	N.O. 3
30	13.1	1.020	N O. 3	9	6.7	1.0162	N.O. 3
Oct. 1	12.8	1.0202	N.N.W. 3	10	6.8	1.0173	O. 2
2	12.1	1.0207	N W. 3	11	6.4	1.0211	N.N.O. 2
3	13.1	1.022	N. 2	12	6.6	1.0208	N.W. 2
4	12	1.0218	N.N.W. 3	13	5.7	1.0198	W.Z.W. 2
5	12.4	1.0227	N. 2	14	5.4	1.0236	N.O. 3
6	12	1.0224	N. 2	15	4.3	1.0228	N.O. 2
7	11.6	1.0227	W. 2	16	2.8	1.0222	Z.Z.O. 3
8	11.6	1.0233	N N.W. 2	17	2.8	1.0149	Z. 2
9	11.8	1.0231	Z O 2	18	2.2	1.0153	Z.Z.O. 2
10	11.7	1.0223	Z.W. 2	19	3	1.0152	Z.Z.O 1
11	10.2	1.0224	W.N.W. 5	20	3.2	1.0139	W. 1
12	8.4	1.0236	Z Z.W. 2	21	3.9	1.0168	N.O. 2
13	8.6	1.0222	W.N W. 2	22	3.5	1.0171	N.O. 2
14	7.6	1.0221	N.N W. 4	23	3.6	1.0163	N.O. 2
15	7.9	1.0226	N.O. 2	24	3.3	1.0152	O.Z.O. 2
16	8.6	1.0233	N.W. 2	25	3.7	1.0186	W Z.W. 2
17	8	1.0213	N.N.W. 2	26	4.3	1.0202	Z.Z.W. 3
18	8	1.0183	W.N.W. 2	27	5.4	1.0204	Z W. 3
19	8.2	1.020	W. 2	28	5.2	1.0186	Z.W. 2
20	9.2	1.0202	N.N.W. 2	29	4.8	1.0144	Z Z.O. 2
21	7.8	1.0227	N.N W. 3	30	4.7	1.0151	Z Z W. 2
22	8.1	1.0202	W. 2	Dec. 1	5	1.0156	Z.Z.W. 3
23	8.2	1.0182	Z.W. 3	2	5.5	1.0206	Z.Z.W. 2
24	7.4	1.0211	N.N W. 4	3	5.4	1.0109	Z.Z W. 3
25	6.6	1.0214	N.N O. 3	4	5.4	1.0188	Z.Z W. 3
26	6.3	1.0157	Z.Z.W. 2	5	5.4	1.0203	O Z O. 1
27	5.7	1.0136	Z Z.W. 3	6	5.2	1.0208	Z Z.O. 3
28	5.5	1.0129	Z.Z.W. 3	7	3.8	1.0203	W. 2
29	7.4	1.0145	Z.Z.W. 2	8	3.7	1.0 03	Z Z W. 3
30	6.7	1.0164	W. 5	9	3.7	1.0205	W.Z.W. 3
31	6.8	1.0149	Z.Z.W. 2	10	3.7	1.0196	W. 3

Digitized by Google

d. HARLINGEN, December 1887 — Februari 1888.

DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind en Windkracht	DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind en Windkracht
	2 uur N.	2 uur N			2 uur N.	2 uur N.	
1887. Dec. 11	+ 3.4 C.	1.0203	W. 2	1888. Jan. 20	— 0.4	1.0236	W. 2
12	3.1	1.0194	Z Z.W. 2	21	— 0.2	1.0233	Z.W. 3
13	2.2	1.0184	Z Z.O. 3	22	— 0.4	1.0174	W. 2
14	3.3	1.0185	Z. 2	23	+ 0.8	1.0212	N.W. 2
15	3.4	1.0192	Z.Z.O. 3	24	1.2	1.0208	W. 3
16	4.5	1.019	Z.Z.W. 3	25	1.8	1.0227	W. 3
17	3.9	1.0168	W 4	26	2	1.0172	N.W. 3
18	3.4	1 018	W.Z W. 3	27	2.3	1.021	N.W. 3
19	2.8	1.0178	N.N.W. 2	28	1.2	1.0216	N.O. 3
20	2.7	1.0174	N.W. 2	29	1.3	1.0224	N.O. 1
21	2.3	1.0181	N.N O. 3	30	— 0.2	1.0182	Z.W. 2
22	2	1.0184	N.N O. 1	31	— 1.2	1.0196	Z Z.O. 3
23	1.8	1.0179	N. 3	Febr. 1	— 1.2	1.0214	Z.O. 1
24	1.7	1.019	N.N.W. 3	2	— 0.6	1.015	Z.W. 2
25	0.8	1.0195	O.N O. 2	3	— 0.2	1.0132	W.Z W. 2
26	— 0.6	1.0168	N N.O 3	4	+ 0.2	1.0134	N.W. 2
27	— 0.2	1.0197	N.N.O. 2	5	— 0.2	1.015	N N.W. 3
28	— 0.4	1.0234	N.O. 3	6	+ 0.6	1.0208	N.O. 2
29	— 0.8	1.0212	N.W. 2	7	0.3	1.0164	N.N.W. 2
30	— 0.1	1.0211	W.N.W. 2	8	1	1.0194	N.W. 4
31	+ 0.3	1.0202	Z.W. 1	9	0.6	1.0204	N.W. 3
1888. Jan. 1	— 1	1.0182	Z O. 2	10	— 0.2	1.0186	W.Z.W. 3
2	+ 0.2	1.0184	Z O. 2	11	+ 1.2	1.019	W.Z W. 3
3	— 0.4	1.0176	W.Z.W. 2	12	1.6	1.0174	Z.W. 2
4	— 0.4	1.0182	Z.O. 2	13	0.6	1.0176	Z.W. 2
5	— 0.2	1.0168	Z O. 2	14	0.8	1.018	Z.O. 2
6	+ 0.2	1.0166	Z W. 2	15	0.8	1.0184	N.O. 2
7	— 0.3	1.0168	Z.W. 2	16	1	1.0232	N.O. 3
8	+ 0.8	1.0178	W. 2	17	0.8	1.0258	N.O 3
9	— 0.2	1.0143	W. 2	18	0.4	1.0258	N.O. 3
10	+ 0.8	1.0174	W.N.W. 2	19	0.6	1.0256	N.O. 2
11	0.2	1.0172	W. 2	20	0.4	1.025	N.O. 3
12	0.9	1.0188	N O. 2	21	— 0.6	1.0256	O 2
13	0.2	1.0173	N.O. 2	22	— 0.8	1.0252	N O. 3
14	0.4	1.015	N.W. 1	23	+ 0.2	1.0264	N.O. 3
15	0.6	1.0195	O. 2	24	— 0.8	1.0262	O. 3
16	— 1	1.021	O. 2	25	— 0.6	1.0264	N.O. 3
17	— 1.2	1.0216	O. 2	26	— 0.4	1.0262	N.O. 4
18	— 0.8	1.023	N. 2	27	— 0.4	1.0264	N.O. 3
19	0	1.024	N.N.W. 2	28	— 1.6	1.0268	N O. 3

Digitized by Google

d. HARLINGEN, Februari 1888 — Mei 1888.

DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte	Wind en Windkracht	DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte	Wind en Windkracht
	2 uur N.	2 uur N.			2 uur N.	2 uur N.	
1888. Febr. 29	— 1.4C.	1.0264	N.O. 2	1888. April 9	+ 4.8	1.0226	W. 1
Maart 1	— 0.4	1.0268	N.O. 2	10	5	1.023	N.O. 2
2	— 0.8	1.0246	N.W. 2	11	4.4	1.0218	Z.W. 3
3	— 0.8	1.0252	N. 3	12	4.2	1.0208	N.W. 4
4	— 1	1.0254	W. 3	13	5.2	1.0214	W. 2
5	— 0.2	1.0252	N.W. 3	14	6	1.017	W. 2
6	— 0.6	1.0246	Z.W. 2	15	7	1.019	N.O. 2
7	— 0.4	1.0224	W. 3	16	7.8	1.0142	W. 2
8	— 0.2	1.012	Z.W. 3	17	8.2	1.0152	Z.W. 2
9	1.2	1.022	Z.W. 3	18	8.4	1.0142	Z.W. 3
10	2	1.0212	Z.W 3	19	9.4	1.013	Z.W. 1
11	2.2	1.0214	O. 3	20	10	1.0148	Z.O. 1
12	1.6	1.022	N.O. 3	21	10.2	1.0148	N.W. 2
13	1.4	1.024	N.O. 3	22	11.2	1.014	N.W. 2
14	0	1.022	Z.O. 4	23	9.8	1.0174	N.O. 3
15	— 1	1.0214	O. 4	24	8	1.0202	N.O. 3
16	— 0.4	1.0212	O. 3	25	8.6	1.0244	N.O. 3
17	— 1.4	1.0244	O. 3	26	7.8	1.0246	N.O. 3
18	— 1.2	1.0254	N.O. 4	27	6.8	1.0236	W. 4
19	— 2	1.0258	N.O. 4	28	10.4	1.021	W. 1
20	— 1.2	1.0256	N.O. 3	29	10.2	1.0214	Z.W. 3
21	— 0.2	1.0252	N.O 2	30	11.8	1.0154	Z.O. 2
22	+ 0.6	1.0248	Z.W. 2	Mei 1	11.2	1.016	Z.W. 2
23	0.4	1.0234	Z.W. 3	2	11.2	1.014	Z.W. 3
24	3.2	1.0192	Z.W. 2	3	10.4	1.0144	Z.W. 4
25	2	1.018	Z.W. 3	4	10.4	1.0146	N.W. 3
26	2.2	1.015	Z.W. 3	5	10.6	1.0154	W. 3
27	2.4	1.013	Z.W. 2	6	12.8	1.0142	Z.W. 3
28	3.3	1.018	Z.O. 3	7	13	1.015	Z.W. 2
29	2.8	1.0172	Z.W. 3	8	12	1.016	Z.W. 3
30	2.4	1.0178	Z.Z.W. 3	9	12.4	1.0162	N.W. 3
31	3	1.0132	Z.W. 1	10	12.2	1.0164	N.W. 3
April 1	3.2	1.0134	N.W. 2	11	10.6	1.0174	N.W. 3
2	3.4	1.015	Z.W. 3	12	10.6	1.0192	N.W. 3
3	3.8	1.0186	N. 2	13	10.8	1.0196	Z.W. 3
4	5	1.019	N.W. 2	14	10.4	1.0183	N.W. 3
5	5	1.020	N.O. 2	15	12.8	1.0186	W. 2
6	5.4	1.0214	N.O. 2	16	13.6	1.0184	Z. 2
7	5.2	1.021	N.W. 2	17	13.6	1.0168	Z.W. 2
8	5.4	1.024	N.O. 1	18	14.8	1.0166	Z.W. 2

Digitized by Google

d. HARLINGEN, Mei 1888 — Augustus 1888.

DATUM	Temperatuur van het zeewater a. d. oppervlakte	Specifiek gewicht van het zeewater a. d. oppervlakte	Wind en Windkracht	DATUM	Temperatuur van het zeewater a. d. oppervlakte	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind en Windkracht
	2 uur N.	2 uur N			2 uur N.	2 uur N.	
1888. Mei 19	+14.4 C.	1.0166	Z W. 1	1888. Juni 28	+20 C.	1.0204	Z.W. 3
20	14.2	1.0164	Z Z.W. 3	29	17.2	1.0176	W. 3
21	14.8	1.0158	N.O. 3	30	15.8	1.0178	W. 3
22	18.8	1.019	N.O. 3	Juli 1	16	1.019	N.W. 3
23	16.4	1.0192	N O. 3	2	18.4	1.0202	N.W. 2
24	15.4	1.0208	N.O 2	3	15.2	1.015	W. 4
25	13.2	1.0232	N.O. 3	4	14.8	1.0142	W. 3
26	12	1.0238	N.O. 3	5	16.8	1.0156	W. 3
27	10.2	1.0242	Z W. 2	6	17.8	1.016	W. 2
28	13	1.0234	N.O. 2	7	17.4	1.0162	N.W. 2
29	12.4	1.0242	N.O. 3	8	16.8	1.017	N.W. 2
30	13.2	1.0224	Z.W. 3	9	16	1.0174	Z.W. 3
31	13.6	1.015	Z.W. 4	10	15	1.0162	N.W. 4
Juni 1	12.8	1.0164	N.W. 3	11	14.8	1.020	N.W. 3
2	13.2	1.0168	O. 1	12	13.8	1.0192	N.W. 4
3	14	1.0164	Z.O 2	13	13.8	1.0194	N.W. 4
4	15.4	1.0176	Z.W. 2	14	15	1.019	N.W. 2
5	14.8	1.0214	N.O. 2	15	15.4	1.0184	N W. 2
6	12.8	1.0216	O. 2	16	16.4	1.019	Z.W. 2
7	17.2	1.0192	W. 2	17	15.6	1.0188	N.W. 2
8	17.8	1.0204	Z O. 2	18	16	1.019	N.W. 2
9	18.8	1.019	Z.W. 2	19	17.2	1.021	N.W. 3
10	16.2	1.0194	W. 4	20	20.4	1.0194	N.W. 2
11	19.2	1.018	Z W. 2	21	18.8	1.019	Z.W. 2
12	19.8	1.0174	Z.W. 2	22	18.4	1.0192	Z.W. 2
13	17	1.0172	W. 2	23	18.4	1.0194	Z W. 3
14	17.8	1.0182	Z.O. 2	24	17.8	1.015	W.Z.W. 3
15	17	1.017	Z W. 3	25	17.8	1.0154	Z.W. 2
16	17.4	1.018	O. 3	26	17.6	1.0148	Z.W. 3
17	16.4	1.0182	N.O. 2	27	18	1.0144	Z.W. 2
18	15	1.018	N O. 2	28	18.6	1.0148	Z.W. 2
19	14.4	1.0228	N.O. 2	29	17	1.015	Z.W. 3
20	16.4	1.023	Z.O. 2	30	17	1.016	Z.W. 2
21	19.2	1.0228	N.O. 2	31	16.8	1.0164	N.W. 2
22	19.4	1.022	N.O. 2	Aug. 1	16.8	1.017	O. 2
23	20.6	1.0222	N O. 3	2	17	1.018	N.O. 3
24	20.8	1.0224	N.O. 3	3	17.8	1.0172	N.W. 2
25	21.8	1.0222	O. 2	4	16	1.017	Z.W. 3
26	22	1.0222	Z.W. 2	5	16.2	1.0172	Z.W. 3
27	22.4	1.0206	Z W. 1	6	14	1.0192	N.W. 4

Digitized by Google

d. HARLINGEN, Augustus 1888 — October 1888.

DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d oppervlakte.	Wind en Windkracht	DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d oppervlakte	Specifiek gewicht van het zeewater a. d. oppervlakte.	Wind en Windkracht
	2 uur N.	2 uur N.			2 uur N.	2 uur N.	
1888. Aug. 7	+ 14.6 C.	1.019	N.W. 2	1888. Sept. 16	+ 16.6 C.	1.016	N.W. 2
8	16	1.017	N.W. 2	17	16.8	1.0162	N.O. 2
9	20.8	1.015	Z.W. 2	18	17	1.0164	N.O. 2
10	20	1.0148	Z.W. 2	19	17.4	1.0174	N.O. 2
11	20	1.015	W. 2	20	17.6	1.0172	N O. 3
12	20.2	1.0152	Z.W. 2	21	17.8	1.018	O.N.O. 1
13	17.4	1.012	Z.W. 4	22	niet waar-	genomen	O.N.O. 1
14	16.2	1.0118	W. 3	23	17.8	1.0204	O. 2
15	16.8	1.0114	Z.W. 2	24	16.8	1.0214	N.W. 2
16	16.4	1.014	N.O. 2	25	15	1.0224	N.O. 2
17	15.8	1.0152	N. 3	26	15	1.0224	N O. 2
18	16	1.017	N O. 2	27	14.2	1.0232	N.O. 2
19	16.2	1.017	N.W. 2	28	13.8	1.0234	N.O. 1
20	niet waar-	genomen		29	13.6	1.023	Z.W. 2
21	15.8	1.0172	Z.W. 2	30	12.8	1.024	N.W. 3
22	16.4	1.016	W. 2	Oct. 1	10.6	1.0248	N.W. 3
23	17	1.0156	W. 3	2	11.8	1.0246	Z.O. 2
24	17	1.0154	Z.O. 3	3	10.8	1.024	W. 3
25	17.2	1.0154	Z.W. 2	4	10.2	1.020	W. 3
26	19	1.0154	Z.W. 2	5	9.2	1.020	N.W. 3
27	18	1.0144	Z.W. 3	6	9	1.0214	W. 2
28	17.4	1.013	Z.W. 3	7	9	1.0206	N.W. 3
29	16	1.013	W. 4	8	9.2	1.0224	N O. 3
30	16	1.0128	Z.W. 2	9	8.8	1.0204	N.O. 2
31	15.2	1.0132	N.W. 3	10	8.4	1.020	N. 2
Sept. 1	17.2	1.0138	W.Z.W. 2	11	9.8	1.0216	N.W. 2
2	17	1.0134	Z W. 2	12	9.4	1.0214	N.W. 3
3	16.8	1.013	Z.W. 2	13	9.4	1.0214	N W. 3
4	16.4	1.013	Z.W. 2	14	9	1.0218	N.W. 3
5	16.4	1.0124	Z W. 3	15	9.8	1.023	N W. 3
6	16.4	1.012	Z.W. 3	16	10	1.022	Z.W. 2
7	16	1.012	Z W. 3	17	10.2	1.022	W. 2
8	15.6	1.0132	N O. 3	18	10	1.023	O. 2
9	15.2	1.014	Z O. 3	19	9	1.022	Z.O. 2
10	15.2	1.0142	Z.W. 3	20	8.4	1.019	Z O. 2
11	14.2	1.0134	N W. 3	21	8	1.019	N W 2
12	14	1.0134	N.W. 3	22	7.9	1.0197	Z Z.W. 3
13	15.1	1.014	W.N.W. 2	23	8	1.0121	W Z W. 2
14	17	1.0154	Z O. 3	24	8	1.0194	Z.W. 3
15	17.4	1.015	O. 2	25	8.2	1.018	Z.W. 2

d. HARLINGEN, October 1888 — Januari 1889.

DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte	Wind en Windkracht
	2 uur N.	2 uur N.	
1888. Oct. 26	+ 8.8 C.	1.0164	Z.W. 2
27	9.4	1.0154	Z.W. 2
28	9.4	1.0156	W.Z.W. 3
29	10.4	1.0146	W.Z.W. 2
30	10.5	1.0158	Z.Z.W. 1
31	10.7	1.0166	Z.W. 2
Nov. 1	10.6	1.0168	Z.W. 2
2	10.2	1.018	N.O. 2
3	8.8	1.0183	N.O. 3
4	8	1.0184	N.O. 3
5	7.8	1.0185	Z.O. 3
6	niet waar-	genomen	
7	1	1.0252	N.O. 4
8	— 0.2	1.026	N.O. 4
9	+ 0.2	1.0262	N.O. 4
10	— 0.4	1.0265	Z.O. 4
11	— 0.8	1.0268	Z.O. 3
12	+ 0.2	1.027	Z.O. 3
13	0.2	1.027	Z.O. 3
14	2	1.0244	Z.O. 2
15	2	1.0258	Z. 3
16	3.8	1.024	Z.W. 3
17	3.8	1.0216	Z.W. 3
18	4	1.0208	W.Z.W. 3
19	5	1.0194	W.Z.W. 3
20	5.2	1.0196	N.W. 4
21	6	1.019	N.W. 4
22	5.6	1.023	W.Z.W. 4
23	6	1.020	W. 4
24	7.2	1.0194	W.Z.W. 4
25	7	1.020	W.Z.W. 3
26	7.8	1.019	Z.W. 3
27	7.2	1.021	Z.O. 3
28	6.8	1.020	W.Z.W. 3
29	6	1.022	Z.O. 3
30	6	1.0214	Z. 2
Dec. 1	5.8	1.019	W.Z.W. 2
2	6.4	1.0194	Z.W. 2
3	6.6	1.018	Z.W. 2
4	6	1.015	Z.W. 2
	2 uur N.	2 uur N.	
1888. Dec. 5	+ 6.2 C.	1.015	Z.W. 2
6	6.4	1.0152	Z.W. 2
7	5.4	1.016	Z.O. 2
8	5	1.0154	Z.W. 2
9	5	1.0152	Z.W. 2
10	4.8	1.0168	N.W. 2
11	4.6	1.017	N. 1
12	4.2	1.0194	Z.O. 1
13	1.6	1.0184	Z.O. 2
14	1.6	1.0167	Z.W. 2
15	2.4	1.016	Z.W. 2
16	2.2	1.0168	W. 2
17	3	1.018	W. 2
18	3.2	1.0192	Z.W. 3
19	3.2	1.0186	Z.W. 2
20	2.8	1.018	Z.O. 2
21	2.6	1.018	Z.O. 2
22	2.8	1.0172	Z.O. 2
23	2	1.017	Z.O. 2
24	niet waar-	genomen	
25	3.6	1.017	W. 2
26	3.6	1.0172	W. 2
27	3.2	1.0178	W. 2
28	3	1.0176	Z. 3
29	3.5	1.0142	Z.W. 3
30	3.4	1.0148	N.O. 2
31	3.2	1.012	W.Z.W. 2
Jan. 1	3.2	1.0147	N.O. 2
2	2	1.0186	O. 2
3	1.4	1.019	O 1
4	1.2	1.0186	Z.W. 2
5	1.1	1.0192	Z.W. 2
6	1	1.019	Z. 1
7	0.6	1.0204	Z.W. 2
8	0.4	1.0186	Z.W. 2
9	1.2	1.0182	Z.O. 2
10	0.4	1.018	Z.O. 1
11	0.4	1.020	Z.Z.O. 2
12	— 0.2	1.0212	O. 2
13	— 0.2	1.021	O. 2

Digitized by Google

d. HARLINGEN, Januari 1889 — April 1889.

DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind en Windkracht	DATUM	Temperatuur vad het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind en Windkracht
	2 uur N.	2 uur N.			2 uur N.	2 uur N.	
1889. Jan. 14	0.2C.	1.0234	N.O 2	1889 Febr. 23	2	1.018	N.O. 3
15	— 1.7	1.0242	Z.O. 3	24	2.2	1.0198	N.O. 3
16	— 1.4	1.0241	Z.O. 2	25	2.4	1.021	O. 2
17	— 1	1.024	Z.O. 1	26	2.8	1.024	N.O. 2
18	— 0 4	1.020	Z.W. 2	27	2	1.0252	N.O. 1
19	— 0.4	1.018	W. 2	28	2	1.025	N.O. 3
20	— 0.2	1.0184	N.W. 1	Maart 1	5.8	1.0244	O. 3
21	0.2	1.0192	W.Z.W. 1	2	4.3	1.0244	O. 3
22	1.2	1.0202	N.O. 2	3	—	—	—
23	0.6	1.019	Z.W. 2	4	0.4	1.017	N.W. 1
24	1 2	1.020	N.W. 2	5	1	1.0172	Z.W. 2
25	1.4	1.0205	W. 2	6	1.9	1.0204	Z.W. 3
26	1.6	1.0206	Z.W. 2	7	2.2	1.0202	Z.O. 3
27	1.8	1.0204	N.W. 3	8	5.7	1.016	Z. 3
28	2.2	1.021	W. 3	9	1.27	1.0164	Z.W. 4
29	2.8	1.020	Z.W. 4	10	—	—	—
30	2.4	1.0192	Z.W. 3	11	4.9	1.0186	N.W. 3
31	3.6	1.0186	Z.W. 4	12	1.3	1.0184	N.W. 2
Febr. 1	4.2	1.0192	Z.W. 2	13	— 0.4	1.0174	N.W. 3
2	4.4	1.0172	N.N.W. 4	14	2.1	1.020	N.W. 4
3	4.8	1.0176	W. 3	15	6.7	1.0204	N.O. 3
4	3	1.023	N.O. 3	16	3.7	1.020	Z.W. 3
5	1	1.0194	Z.W. 3	17	—	—	—
6	2	1.019	N.W. 3	18	1.2	1.0184	Z.W. 3
7	2	1.0224	N.W. 3	19	0.2	1.019	Z.Z.W. 2
8	3	1.022	W. 4	20	2.7	1.0196	Z.W. 3
9	2	1.0224	N.W. 5	21	4.8	1.0196	N.O. 3
10	3	1.021	N.W. 4	22	5.2	1.024	N.O. 2
11	2	1.019	O. 3	23	6.5	1.022	Z.W. 2
12	1.6	1.019	O. 2	24	—	—	—
13	1.2	1.0192	Z.W. 3	25	7.5	1.0222	Z.W. 3
14	1.4	1.019	Z.W. 2	26	7 6	1.0194	N.W. 3
15	1.2	1.018	Z.W. 3	27	0.9	1.0196	N.W. 4
16	1.4	1.016	Z.W. 2	28	5.6	1.024	N.W. 2
17	2.8	1.0164	Z.W. 3	29	4 9	1.024	N.W. 3
18	4	1.014	W. 2	30	4.4	1.0202	N.W.
19	4	1.0142	W. 3	31	—	—	—
20	3.6	1.0155	N.W. 2	April 1	0.6	1.0192	N.W. 2
21	4	1.0158	N.W. 3	2	3.8	1.0194	N.W. 3
22	3.6	1.0158	N.O. 2	3	3.4	1.025	N.O. 3

Google

d. HARLINGEN, April 1889 — Juni 1889.

DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte	Wind en Windkracht	DATUM	Temperatuur van het zeewater a. d. oppervlakte	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind en Windkracht
	2 uur N.	2 uur N.			2 uur N.	2 uur N.	
1889. April 4	1.3 C.	1.0248	Z.O. 3	1889. Mei 14	17 C.	1.018	N W. 2
5	1.9	1.0208	Z O. 3	15	16.8	1.0222	N O. 2
6	3.2	1.0192	O. 2	16	16.6	1.021	N O. 2
7	—	—	—	17	16	1.0216	Z W. 2
8	3.3	1.022	O. 3	18	16	1.0212	N.O. 3
9	3.2	1.0244	O. 2	19	—	—	—
10	2.1	1.0244	O. 4	20	15.2	1.0202	N.W. 2
11	— 0.4	1.0244	O. 1	21	18	1.0204	N O. 3
12	6.3	1.024	N.O. 2	22	19.8	1.0182	O 3
13	5.3	1.024	N. 1	23	19.4	1.018	Z W. 2
14	—	—	—	24	22	1.0184	Z.W. 2
15	2.6	1.025	N W 3	25	23.4	1.0182	Z.W. 2
16	0.6	1.0262	N.W. 3	26	—	—	—
17	1.2	1.026	N W. 2	27	24	1.0186	N O. 3
18	1.5	1.025	N. 2	28	19.4	1.020	W 3
19	4	1.025	Z.W. 3	29	19.4	1.018	Z.W 3
20	5.9	1.0194	Z.W 3	30	20	1.019	Z W. 3
21	—	—	—	31	19.2	1.0154	Z.W. 3
22	8.2	1.019	Z W. 3	Juni 1	18	1.0176	N O. 3
23	6.0	1.017	Z.W. 3	2	—	—	—
24	5.8	1.017	Z.W. 2	3	22.2	1.0172	W 3
25	10	1.0184	W.Z.W. 2	4	19.6	1.017	N.W. 2
26	5.8	1.019	N.W. 3	5	19.4	1.0198	N O 3
27	6.5	1.020	Z.W. 2	6	20	1.020	N O. 3
28	—	—	—	7	22.6	1.0172	Z O. 3
29	14.3	1.0182	W. 1	8	24	1.0172	Z W. 2
30	13.5	1.019	O. 3	9	—	—	—
Mei 1	15.8	1.0178	O. 2	10	23	1.018	N O. 3
2	14.4	1.017	Z.W. 2	11	23	1.019	N O. 2
3	15	1.0176	Z.W. 2	12	21	1.0224	N.W. 2
4	15	1.017	Z.O 3	13	20.6	1.0226	N O. 2
5	—	—	Z O. 2	14	20	1.0224	N.O. 2
6	17	1.019	Z.O 3	15	19.8	1.0222	N O 2
7	18.8	1.018	Z W. 2	16	—	—	—
8	18.2	1.0172	Z.W. 2	17	19	1.0232	N.O. 3
9	18.8	1.0184	N O 3	18	19	1.023	N 2
10	19	1.0188	Z.O. 3	19	19	1.0232	N O 3
11	18.4	1.0228	N.O 3	20	19	1.024	N W. 2
12	—	—	—	21	20.4	1.0234	N W. 2
13	17.2	1.0184	Z.W. 2	22	20.6	1.0232	N.W. 3

Digitized by Google

d. HARLINGEN, Juni 1889 — September 1889.

DATUM	Temperatuur van het zeewater a/d. oppervlakte	Specifiek gewicht van het zeewater a/d. oppervlakte.	Wind en Windkracht	DATUM	Temperatuur van het zeewater a/d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a. d. oppervlakte.	Wind en Windkracht
	2 uur N.	2 uur N.			2 uur N.	2 uur N	
1889. Juni 23	—	—	—	1889. Aug. 2	19.2 C.	1.018	N.O. 3
24	24 C.	1.0272	N.O. 3	3	19	1.0178	W.Z W 4
25	24	1.0236	O. 3	4	—	—	—
26	21	1.0234	N.O. 3	5	18	1.0164	Z.W. 3
27	21	1.0234	N.O. 3	6	17.4	1.0152	W 3
28	22	1.023	N O. 3	7	17.8	1.0154	N.W. 3
29	23	1.0236	N O 3	8	—	—	—
30	—	—	—	9	—	—	—
Juli 1	21.2	1.0236	N.W. 3	10	18	1.0168	Z.W 3
2	18	1.0246	N.W. 3	11	—	—	—
3	20	1.024	N.W. 3	12	17.4	1.0176	Z.W. 2
4	20.4	1.024	N O. 3	13	17.2	1.0176	N W. 3
5	20.6	1.0242	N O. 3	14	16.2	1.0182	W. 3
6	20.8	1.024	N.O. 3	15	16.4	1.0184	N. 2
7	—	—	—	16	16.6	1.0162	N.W. 3
8	18.6	1.0222	W. 3	17	16	1.016	Z.W. 3
9	19.8	1.022	Z.W. 1	18	—	—	—
10	21	1.0202	Z.W. 3	19	17.6	1.0184	Z.O. 1
11	19.6	1.0172	Z.W. 3	20	17	1.018	Z.W 3
12	—	—	—	21	16.8	1.016	W.Z.W. 3
13	19.4	1.017	N.O. 3	22	16	1.0162	Z W. 3
14	—	—	—	23	16	1.017	W. 3
15	18	1.0204	W. 3	24	16	1.016	W. 2
16	18	1.0202	N.W. 3	25	—	—	—
17	16.8	1.020	Z O. 1	26	15.8	1.016	N.W. 3
18	16	1.020	N.W. 3	27	15.6	1.017	N.W. 3
19	16	1.020	Z.W 3	28	15.6	1.0172	Z.W 3
20	16.2	1.0202	Z.W. 2	29	15.8	1.0176	Z.W. 3
21	—	—	—	30	16.8	1.018	Z.W. 1
22	17	1.019	Z.W. 3	31	17	1.0166	N.O. 2
23	17	1.0186	Z.W. 2	Sept. 1	—	—	—
24	17.2	1.018	W. 3	2	18.2	1.0164	N O. 3
25	17.2	1.0174	Z.W. 3	3	18	1.0162	N O. 2
26	17.4	1.0166	N.W. 3	4	17.8	1.0176	Z O. 1
27	17.2	1.0167	N.W. 3	5	18.4	1.0196	Z.O. 3
28	—	—	—	6	18.6	1.0198	N.O. 3
29	19	1.0186	N.W. 2	7	18	1.0177	N.O. 3
30	18.8	1.0178	N.W. 2	8	—	—	—
31	19	1.0178	N.W. 2	9	19	1.0204	N.W. 1
Aug. 1	20.8	1.0174	Z.O. 2	10	19.2	1.020	W. 2

Digitized by Google

d. HARLINGEN, September 1889 — November 1889.

DATUM	Temperatuur van het zeewater a/d. oppervlakte	Specifiek gewicht van het zeewater a/d. oppervlakte	Wind en Windkracht	DATUM	Temperatuur van het zeewater a/d. oppervlakte	Specifiek gewicht van het zeewater a/d. oppervlakte	Wind en Windkracht
	2 uur N.	2 uur N.			2 uur N	2 uur N.	
1889. Sept. 11	18.8 C.	1.021	W 3	1889. Oct. 21	8.6C.	1.0178	Z.O. 3
12	18	1.0204	N.W. 2	22	8	1.0182	Z.O. 3
13	18	1.0208	N.W. 1	23	10.4	1.0184	Z.O. 2
14	17	1.020	N.W. 2	24	—	—	—
15	—	—	—	25	9	1.020	N.O. 3
16	15.2	1.0224	N.W. 1	26	9.4	1.0204	N.O. 3
17	—	—	—	27	—	—	—
18	14.8	1.022	Z.W. 2	28	6.8	1.021	Z.O. 2
19	14.4	1.0222	Z.W. 3	29	6.6	1.0214	Z.W. 2
20	13	1.018	N.W. 3	30	7	1.022	Z.W. 3
21	12.8	1.018	N.W. 3	31	7	1.0226	Z.W. 3
22	—	—	—	Nov. 1	7.2	1.0204	Z.W. 3
23	12	1.0182	N.W. 3	2	7.4	1.0204	Z.W. 3
24	12	1.018	Z.O. 2	3	—	—	—
25	11.4	1.0198	N.W. 4	4	8	1.0164	Z.W. 2
26	10	1.0228	N.W. 4	5	8.4	1.0166	Z.W. 1
27	10	1.022	W. 3	6	8.6	1.0152	Z.W. 2
28	9.8	1.0214	W. 3	7	8.4	1.0154	Z.W. 2
29	—	—	—	8	9.4	1.016	N.W. 2
30	11.8	1.0214	N.W. 1	9	9	1.016	N.W. 2
Oct. 1	12	1.0192	N.O. 2	10	—	—	—
2	—	—	—	11	8.4	1.018	Z.O. 1
3	12	1.020	N.W. 3	12	8.4	1.0176	Z.O. 1
4	12	1.0202	Z. 3	13	7.8	1.0178	Z.O. 1
5	12.2	1.0204	Z.W. 2	14	8.8	1.0172	Z.W. 1
6	—	—	—	15	6.8	1.0188	Z.W. 2
7	12	1.0164	Z. 4	16	7.6	1.0186	Z.W. 2
8	12.4	1.0134	Z.W. 3	17	—	—	—
9	11.4	1.0184	Z.W. 3	18	7.4	1.0186	Z.O. 1
10	11.4	1.0136	Z.W. 2	19	7.4	1.0184	Z.O. 1
11	11.4	1.0144	Z.O. 2	20	7	1.0184	Z.O. 1
12	11	1.0142	Z.W. 2	21	4	1.0197	Z.O. 1
13	—	—	—	22	4.2	1.0192	Z.W. 3
14	10.6	1.0152	Z.W. 2	23	4	1.019	Z.W. 3
15	11.2	1.015	Z.W. 2	24	—	—	—
16	10.8	1.0156	Z.O. 2	25	4.4	1.0188	Z.W. 3
17	9.8	1.0172	Z.O. 3	26	4.4	1.0176	N.N.W. 3
18	9.8	1.0174	Z.O. 1	27	4.2	1.0187	N.O. 3
19	9	1.0178	Z.O. 2	28	4	1.0196	N.O. 3
20	—	—	—	29	4.2	1.0192	N.W. 3

Digitized by Google

d. HARLINGEN, December 1889 — Februari 1890.

DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a. d. oppervlakte.	Wind en Windkracht	DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte	Specifiek gewicht van het zeewater a. d. oppervlakte	Wind en Windkracht
	2 uur N.	2 uur N.			2 uur N.	2 uur N.	
1889. Nov. 30	4 C.	1.019	N.O. 2	1890. Jan. 9	3.4 C.	1.0172	Z.W. 3
Dec. 1	—	—	—	10	2.6	1.0152	N.W. 3
2	3.6	1.0186	Z.O. 2	11	2.6	1.0158	Z.W. 1
3	2.4	1.0188	Z O. 2	12	—	—	—
4	2.8	1.0198	Z.O. 2	13	3	1.0174	Z.W. 2
5	2.6	1.0196	Z.O. 3	14	3.4	1.0156	Z W. 2
6	2.1	1.0196	O. 2	15	4	1.0163	Z.W. 2
7	0.1	1.0214	Z.O. 1	16	4	1.0183	Z W. 3
8	—	—	—	17	4.6	1.0174	Z. 2
9	1	1.0202	Z.W. 2	18	3.6	1.018	Z.W. 3
10	1	1.0194	Z.W. 2	19	—	—	—
11	0.6	1.0176	Z.W. 3	20	3.4	1.016	W. 3
12	1.4	1.0182	N.W. 3	21	3.8	1.0162	W. 2
13	0.6	1.0178	Z.W. 3	22	3.8	1.0164	Z.W. 3
14	0.2	1.0179	Z.O. 1	23	3	1.0168	Z.W. 3
15	—	—	—	24	3.4	1.0165	N.N.W. 2
16	0.8	1.0178	Z.W. 2	25	3.2	1.0164	Z.W. 3
17	—	—	—	26	—	—	—
18	—	—	—	27	5	1.0168	N.W. 4
19	—	—	—	28	5.4	10.166	Z.O. 1
20	2	1.0164	Z.Z.W. 3	29	4.6	1.0186	N.W. 3
21	2.2	1.0164	Z.Z.W. 3	30	4	1.0184	W. 2
22	—	—	—	31	5	1.0197	Z.O. 2
23	3	1.0162	N.W. 2	Febr. 1	3.6	1.0196	Z.W. 3
24	3.2	1.0162	N.N.W. 2	2	—	—	—
25	3.4	1.016	N.W. 3	3	4	1.0128	Z W. 2
26	3.2	1.0164	N.O. 1	4	4.7	1.0162	Z.O. 2
27	1.4	1.0172	Z.O. 3	5	2.4	1.017	Z.O. 2
28	0.2	1.0176	O. 2	6	3	1.0172	N.O. 1
29	—	—	Z.W. 2	7	4	1.0178	N.O. 1
30	0.4	1.019	Z.W. 2	8	3	1.0148	N.W. 2
31	0.6	1.020	Z.W. 2	9	—	—	—
1890. Jan. 1	—	—	—	10	3	1.018	Z.Z.O. 2
2	— 0.2	1.0202	Z.O. 2	11	1	1.020	O. 3
3	— 0.4	1.0202	Z.O. 1	12	0.4	1.021	O. 3
4	+ 0.6	1.0194	Z Z.W. 3	13	1.3	1.0218	Z.O. 3
5	—	—	—	14	1	1.021	Z.O. 3
6	1.8	1.0152	Z.W. 3	15	2.4	1.0246	Z.O. 3
7	2.4	1.0174	Z.W. 3	16	—	—	—
8	3	1.0166	Z.W. 2	17	3.2	1.022	Z.O. 3

Digitized by Google

d. HARLINGEN, Februari 1890 — Maart 1890.

DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind en Windkracht		DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind en Windkracht	
	2 uur N.	2 uur N.				2 uur N.	2 uur N.		
1890 Febr. 18	3.4 C.	1.024	Z.O.	3	1890. Mrt. 11	4 C.	1.0188	Z.W.	3
19	0.6	1.024	Z.O.	4	12	5	1.0206	Z.W.	3
20	0.4	1.0244	Z.O.	3	13	4.4	1.020	Z.W.	2
21	0.2	1.0252	N.O.	1	14	4.8	1.020	Z.W.	1
22	0.3	1.026	N.O.	2	15	5.8	1.0192	Z.O.	2
23	—	—	—		16	—	—	—	
24	1.8	1.0252	N.O.	2	17	6.8	1.0188	Z.W.	3
25	1.2	1.0255	N.O.	2	18	7	1.019	N.O.	2
26	1.8	1.0255	N.W.	2	19	6.4	1.0228	N.O.	2
27	2	1.0256	N.W.	3	20	6.6	1.022	Z.O.	3
28	2	1.0262	N.O.	2	21	6.2	1.0144	Z.W.	2
Maart 1	2.8	1.022	Z.W.	2	22	6.1	1.015	Z.W.	2
2	—	—	—		23	—	—	—	
3	1.4	1.024	N.O.	3	24	6	1.0172	Z.W.	3
4	0.4	1.025	Z.W.	3	25	6.2	1.0176	Z.W.	2
5	0.8	1.0244	N.W.	3	26	6.4	1.018	Z.W.	4
6	2	1.024	N.W.	3	27	7	1.016	Z.W.	3
7	2	1.0248	N.W.	4	28	7.4	1.0162	Z.W.	3
8	3.4	1.022	Z.W.	2	29	7.6	1.016	Z.W.	4
9	—	—	—		30	—	—	—	
10	2	1.022	Z.W.	4	31	10.4	1.018	Z.W.	3

Digitized by Google

e. HELDER (MARSDIEP), Januari 1888 — Maart 1888.

DATUM	Temperatuur van het zeewater a. d. oppervlakte.		Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.		DATUM	Temperatuur van het zeewater a. d. oppervlakte.		Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	
	Vloed	Ebbe	Vloed	Ebbe		Vloed	Ebbe	Vloed	Ebbe
1888.	C.	C.			1888.	C.	C.		
Januari 1	1.8°	1.9°	1.0243	1.0241	Febr. 10	3.7°	3.6°	1.0248	1.0251
2	2.1	3	1.0257	1.0255	11	3.4	3.1	1.025	1.0252
3	3.5	3.8	1.0252	1.0255	12	2.9	2.5	1.0.57	1.0253
4	2.5	3.1	1.0251	1.0256	13	3.3	2.7	1.0254	1.0251
5	1.3	3	1.0235	1.0241	14	2	2.8	1.0252	1.0243
6	3.9	4.1	1.0255	1.0257	15	1.5	2.7	1.0251	1.0247
7	3.6	4.2	1.0254	1.0258	16	2.2	1.6	1.0242	1.0239
8	4.4	4.4	1.0257	1.0256	17	1.4	1.4	1.0248	1.0232
9	4.1	4	1.0255	1.0251	18	1	1.1	1.0238	1.0231
10	4.2	3.7	1.0239	1.025	19	0.8	0.9	1.0224	1.022
11	3.8	3.6	1.0245	1.0252	20	0.5	0.8	1.0221	1.0211
12	3.1	3.7	1.0242	1.0249	21	0.4	—0.9	1.0214	1.0212
13	2.4	3	1.0231	1.0243	22	—0.8	—1	1.0213	1.0211
14	2.3	3.1	1.0239	1.0237	23	—0.9	—1.1	1.0217	1.021
15	1.8	1.4	1.0232	1.0236	24	—0.7	—0.9	1.0211	1.0213
16	0.8	0.4	1.0226	1.0231	25	—0.9	—1.3	1.0223	1.0235
17	0.3	0.8	1.0221	1.0227	26	—1.3	—1.5	1.0236	1.0234
18	1.7	2.7	1.0222	1.0256	27	—1.1	—1.2	1.0227	1.0233
19	1.6	3	1.0236	1.0258	28	—1.4	—1.2	1.0241	1.0246
20	3.4	3.1	1.0252	1.0259	29	—1.2	—1.1	1.0244	1.0236
21	2	3.2	1.0251	1.0255	Maart 1	—1.4	—1	1.0244	1.0237
22	3.5	3.1	1.0252	1.0259	2	—0.9	—0.7	1.0243	1.0248
23	4	3.7	1.0245	1.0261	3	1	1.3	1.0256	1.0259
24	3.9	3.8	1.0254	1.0253	4	0.5	1.4	1.0252	1.0253
25	4	3.9	1.0258	1.0.56	5	0.6	1.5	1.0253	1.0254
26	3.8	3.7	1.0253	1.025	6	0.6	0.8	1.0255	1.026
27	3.7	3.6	1.0244	1.0248	7	2	1	1.0268	1.0253
28	2.3	2.7	1.0248	1.0.46	8	2	1.9	1.0266	1.0264
29	1.4	1.1	1.0251	1.0243	9	2.5	2.3	1.0262	1.0261
30	1.7	—0.7	1.0252	1.0241	10	2.3	2	1.0251	1.0257
31	0.8	1	1.025	1.0248	11	2.2	2.4	1.0256	1.0258
Febr. 1	0.5	0.6	1.0245	1.0247	12	2.3	2.1	1.0242	1.0251
2	1.8	2	1.0255	1.026	13	0.9	1.1	1.0241	1.0243
3	2.7	2.9	1.0263	1.0257	14	0.7	0.5	1. 249	1.0241
4	2.8	3	1.0251	1.0247	15	0.7	0.9	1.0246	1.025
5	2.6	2.9	1.0245	1.0242	16	0.6	1.5	1.0244	1.0242
6	2.9	2.8	1.0252	1.025	17	0.8	0.9	1.0253	1.0251
7	2.8	2.5	1.0253	1.0247	18	—0.5	—0.7	1.0232	1.023
8	3	3.2	1.025	1.0254	19	—1.3	—1.2	1.0243	1.0231
9	2.9	2.9	1.0242	1.0248	20	—1.1	—1.2	1.0229	1.0222

e. HELDER (Marsdiep), Maart 1888 — Juni 1888.

DATUM	Temperatuur van het zeewater a. d. oppervlakte. Vloed	Ebbe	Specifiek gewicht van het zeewater a. d. oppervlakte. Vloed	Ebbe	DATUM	Temperatuur van het zeewater a. d. oppervlakte. Vloed	Ebbe	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte. Vloed	Ebbe
1888.	C.	C.			1888.	C.	C.		
Maart 21	—0.6°	—.°	1.0236	1.0214	April 30	7°	9°	1.0252	1.0249
22	0.7	0.5	1.0238	1.0247	Mei 1	8.2	7.6	1.0244	1.0251
23	1.6	1.5	1.0258	1.026	2	7	7.5	1.0252	1.025
24	1.8	1.4	1.0253	1.0258	3	7.6	7.4	1.0243	1.0243
25	2.1	1.9	1.0249	1.0252	4	7.7	8.1	1.0238	1.023
26	2.3	2.1	1.0224	1.0229	5	8.8	8.2	1.0239	1.0241
27	2.8	2.2	1.0226	1.0227	6	8.6	8.2	1.0228	1.0221
28	2	3.1	1.0242	1.0229	7	9.5	8.7	1.0216	1.021
29	2.9	3.2	1.0232	1.024	8	9.2	9.4	1.0218	1.0211
30	3	3	1.0238	1.0242	9	8.4	9.6	1.0225	1.022
31	2.9	3.2	1.0244	1.0248	10	8.3	9.5	1.0222	1.0219
April 1	2.6	3.1	1.0234	1.024	11	8.2	10.2	1.0231	1.0222
2	3.1	3.7	1.0237	1.0242	12	8.1	10.3	1.0236	1.0226
3	3.6	3.5	1.0249	1.0235	13	9	9.6	1.0228	1.0224
4	4.6	2.9	1.0232	1.0232	14	8.6	9.4	1.025	1.0245
5	3.4	4	1.0231	1.0228	15	9.6	10.4	1.0238	1.0238
6	4	3.8	1.023	1.0226	16	10.8	11.8	1.023	1.0228
7	3.9	3.7	1.0231	1.0233	17	10.7	11	1.0237	1.0241
8	3.3	3	1.0246	1.0249	18	11.2	11.6	1.0231	1.0237
9	3.5	3.2	1.0242	1.0247	19	12.9	12	1.0232	1.0233
10	3.1	3.7	1.0236	1.0237	20	11.2	11.1	1.0244	1.0241
11	3.2	3.9	1.0246	1.0243	21	13.8	11	1.0224	1.0-4
12	3.4	4.1	1.0257	1.0265	22	14.2	11.7	1.0222	1.0234
13	3.7	5	1.0261	1.0246	23	14.6	12.2	1.0219	1.0235
14	4.1	4.9	1.0269	1.0256	24	11.8	12.3	1.0232	1.0229
15	4.8	5.4	1.0242	1.0247	25	10.7	12	1.0242	1.022
16	5.6	6	1.025	1.025	26	10	11	1.0246	1.0227
17	5.5	5.7	1.024	1.0237	27	10.4	10.6	1.0233	1.023
18	5.4	5.6	1.0233	1.0242	28	11.3	12.2	1.0232	1.0239
19	5.7	6	1.0236	1.024	29	11.2	11.4	1.0233	1.0235
20	7	6.1	1.0237	1.0239	30	11.7	11.8	1.0232	1.0244
21	6.4	6.3	1.0251	1.0228	31	11.2	10.9	1.0246	1.0247
22	6.5	5.9	1.0233	1.023	Juni 1	10.8	10.9	1.025	1.025
23	8.4	7.4	1.0219	1.0228	2	11.8	11.8	1.0235	1.0245
24	7.6	7.5	1.0212	1.023	3	13.2	12.4	1.024	1.0237
25	6.4	7.8	1.0236	1.0292	4	13.1	12.7	1.0238	1.0241
26	6.2	7.5	1.0223	1.0214	5	12.6	11.9	1.0232	1.024
27	6.1	5.6	1.0235	1.0247	6	12.5	12.6	1.0236	1.0223
28	6.2	6.6	1.0255	1.0256	7	13	12.6	1.0237	1.0244
29	6.6	6.8	1.0246	1.0219	8	14.7	12.1	1.0217	1.0241

Digitized by Google

e. HELDER (MARSDIEP), Juni 1888 — Augustus 1888.

DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.		Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.		DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.		Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	
	Vloed	Ebbe	Vloed	Ebbe		Vloed	Ebbe	Vloed	Ebbe
1888.	C.	C.			1888.	C.	C.		
Juni 9	14.1°	14.2°	1.0237	1.0245	Juli 19	16.4°	15°	1.0232	1.0232
10	12.6	13	1.0243	1.0247	20	16.7	15.5	1.0224	1.024
11	14.2	13.6	1.0234	1.0246	21	16.9	15.7	1.0218	1.0224
12	14	15.2	1.024	1.0233	22	15.6	16.1	1.0242	1.024
13	13.9	13.9	1.0239	1.0241	23	16.4	16.8	1.0239	1.0232
14	13.5	14.6	1.0244	1.0244	24	16.2	17	1.0235	1.0237
15	13.9	14.8	1.0239	1.0235	25	16.3	17.1	1.0236	1.0235
16	14	14.5	1.024	1.0234	26	16.4	16.6	1.0229	1.0231
17	13.7	14.1	1.0237	1.024	27	16.6	17.2	1.0221	1.0218
18	14.8	13.5	1.0225	1.0237	28	16.8	17.1	1.0226	1.0223
19	13.6	13	1.0234	1.0226	29	16	17	1.0229	1.0227
20	15	14.3	1.0231	1.0227	30	'5.6	16.9	1.0227	1.0224
21	15.6	15.4	1.023	1.0224	31	16.2	16.4	1.0226	1.0225
22	16.3	15	1.0223	1.0238	Aug. 1	16	16.1	1.022	1.0222
23	17.4	16	1.0222	1.024	2	16.4	15.6	1.0218	1.022
24	16	16.9	1.0234	1.0231	3	16.7	15.7	1.0215	1.0222
25	16.6	17.8	1.0231	1.0233	4	15.7	15.8	1.0225	1.0237
26	16.3	16.7	1.0242	1.0237	5	15.4	15.7	1.0246	1.0238
27	16.1	15.9	1.0241	1.0244	6	15.3	15.4	1.024	1.0239
28	15.8	16	1.0244	1.0245	7	15.3	16	1.0228	1.0236
29	15.7	14.9	1.0245	1.025	8	15.1	15.9	1.0229	1.0223
30	14.4	14.4	1.0248	1.0247	9	15.9	17	1.0231	1.0227
Juli 1	14.2	14.7	1.0244	1.0241	10	16.8	17	1.0226	1.0231
2	15.6	15	1.024	1.0243	11	16.7	17.1	1.0238	1.023
3	14.7	14.7	1.0245	1.0242	12	16.6	16.9	1.022	1.0219
4	16.2	14.9	1.0232	1.0236	13	16.8	17.2	1.0222	1.0222
5	16.1	15.1	1.0224	1.022	14	16.2	16.6	1.0219	1.0218
6	15.8	14.8	1.0225	1.0218	15	16.1	16.5	1.0217	1.0217
7	15.9	15.6	1.0224	1.0212	16	16.2	15.8	1.0217	1.0221
8	14	14.6	1.0228	1.0228	17	16.2	14.6	1.0216	1.0225
9	15.2	16.2	1.0228	1.0229	18	15.6	15.4	1.0212	1.022
10	14	14.3	1.023	1.0234	19	15.3	14.9	1.022	1.0233
11	13.6	15	1.0239	1.0232	20	15.3	15.6	1.0217	1.0229
12	14	14.6	1.0236	1.0233	21	15.6	15.7	1.0232	1.0214
13	13.7	14.9	1.0236	1.0234	22	15.5	16.4	1.0247	1.0245
14	14.8	15.6	1.0231	1.0231	23	16	16.9	1.0251	1.0243
15	14.6	15.2	1.0223	1.0222	24	16.2	17.4	1.0232	1.024
16	14.7	15.6	1.0232	1.0231	25	16.6	16.8	1.024	1.0244
17	15.2	15.5	1.0239	1.0242	26	15.6	16.4	1.0234	1.0237
18	15.6	15.4	1.0237	1.0231	27	16.7	17.4	1.0237	1.0241

Digitized by Google

e. HELDER (Marsdiep), Augustus 1888 — November 1888.

Datum	Temperatuur van het zeewater a. d. oppervlakte. Vloed	Temperatuur van het zeewater a. d. oppervlakte. Ebbe	Specifiek gewicht van het zeewater a. d. oppervlakte. Vloed	Specifiek gewicht van het zeewater a. d. oppervlakte. Ebbe
1888.	C.	C.		
Aug. 28	16.5°	16.6°	1.0246	1.0244
29	15.1	16.2	1.0242	1.0237
30	16.6	15.6	1.0236	1.024
31	16.5	15.8	1.0233	1.0231
Sept. 1	16.9	15.7	1.0231	1.0237
2	16.1	15	1.0227	1.0232
3	16.2	15.9	1.0222	1.0224
4	16.6	16.7	1.0223	1.0292
5	16	16.6	1.022	1.0219
6	16.1	16.5	1.0223	1.0226
7	15.8	16.9	1.0227	1.0222
8	15.6	15.6	1.023	1.0225
9	16	16.2	1.0225	1.0224
10	15.6	15.9	1.0227	1.0231
11	15	15.8	1.0222	1.024
12	15.1	15.6	1.0243	1.022
13	16.6	15.8	1.0218	1.0217
14	16.1	15.7	1.0207	1.0214
15	16.4	15	1.0214	1.0233
16	16.3	15.8	1.0225	1.0235
17	16.2	15.7	1.0227	1.0241
18	15	16	1.0231	1.0238
19	15.9	16.2	1.0216	1.0227
20	15	16	1.0215	1.0231
21	15.4	16.5	1.0223	1.0212
22	15.5	16.4	1.023	1.0233
23	15.6	16.6	1.022	1.0237
24	15.7	16.7	1.0234	1.024
25	15.6	16.2	1.023	1.0239
26	14.6	15.1	1.0225	1.0232
27	14.2	14.4	1.0224	1.0231
28	14	14.7	1.0223	1.0242
29	14.5	14.8	1.0226	1.0251
30	13.9	13.7	1.0254	1.0257
Oct. 1	13	12.9	1.0258	1.026
2	12.6	12.3	1.0251	1.0258
3	12	11.8	1.0258	1.0253
4	12.2	12.6	1.0-61	1.026
5	11.8	12.2	1.026	1.0261
6	12	11.8	1.0262	1.0261
1888.	C.	C.		
Oct. 7	10.8°	11.4°	1.026	1.0258
8	10	10.8	1.0259	1.0254
9	9.5	10.6	1.0251	1.0251
10	10.4	10.9	1.025	1.0247
11	10.9	11	1.0251	1.0246
12	10.5	11.7	1.0244	1.0255
13	11	11.1	1.0253	1.0258
14	10.1	10.3	1.025	1.0254
15	9.8	9.9	1.0244	1.0248
16	10.4	10.4	1.0237	1.0249
17	10.2	10.6	1.0238	1.025
18	10	10.8	1.0236	1.0252
19	9.5	10.6	1.0228	1.0256
20	9.2	10.1	1.0232	1.0252
21	9	8.7	1.024	1.0243
22	10.1	10	1.0246	1.025
23	9.8	10.7	1.0245	1.0251
24	9.5	11.2	1.0248	1.0252
25	10.9	11	1.0-54	1.0251
26	10.4	11.2	1.0244	1.0245
27	11.2	11.7	1.025	1.0248
28	11.8	11.9	1.0247	1.0242
29	11.4	11.2	1.0242	1.0236
30	10.9	10.8	1.0237	1.0237
31	11.2	10.7	1.0236	1.0232
Nov. 1	10.6	10.7	1.0232	1.0228
2	10.4	10.5	1.0228	1.0233
3	9.7	9.5	1.0233	1.0223
4	8.5	8.9	1.0237	1.0224
5	8.7	7.8	1.0233	1.021
6	6	5.7	1.0202	1.0191
7	5.2	4.5	1.0198	1.0193
8	4.2	5.9	1.0209	1.0238
9	4.9	6.4	1.0222	1.0247
10	3.6	3.5	1.020	1.0212
11	4	2.4	1.0211	1.0202
12	5.7	6	1.0256	1.0256
13	3.5	3.8	1.0227	1.0241
14	6	5	1.0254	1.0254
15	6.6	6.4	1.0251	1.0251

e. HELDER (MARSDIEP), November 1888 — December 1888.

DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.		Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.		DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.		Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	
	Vloed	Ebbe	Vloed	Ebbe		Vloed	Ebbe	Vloed	Ebbe
1888.	C.	C.			1888.	C.	C.		
Nov. 16	7.5°	7.6°	1.025	1.0253	Dec. 9	7.1°	7.3°	1.0232	1.0243
17	7.6	8	1.0254	1.0257	10	6.9	7	1.024	1.0251
18	7.2	7.7	1.0257	1.0253	11	6.6	6.6	1.0239	1.024
19	7.8	8	1.0257	1.0253	12	5.9	5.9	1.0235	1.0237
20	7.5	7.5	1.0252	1.0254	13	5.3	5.1	1.0226	1.024
21	7.3	7.4	1.0257	1.0257	14	4.3	5	1.0228	1.0251
22	6.8	7	1.0254	1.0258	15	5.9	6.8	1.0232	1.026
23	7.6	7 7	1.0256	1.0256	16	6.8	7	1.0256	1.0259
24	7.9	8.4	1.0253	1.0252	17	7	7.1	1.026	1.0256
25	8.3	8	1.0242	1.024	18	6.7	6	1.0258	1.0248
26	7.9	7.7	1.023[illegible]	1.0227	19	6	5.9	1.0252	1.025
27	7.4	8	1.0233	1.0234	20	5.1	5.4	1.0245	1.0246
28	8	7 9	1.0232	1.0223	21	5	5.8	1.0247	1.0252
29	7.2	7.1	1.0236	1.0233	22	5.2	5.4	1.0248	1.0253
30	7.4	6.9	1.0243	1.024	23	4.1	5	1.0243	1.0255
Dec. 1	8.1	7.9	1.0236	1.024	24	4.9	5.6	1.0241	1.0252
2	8.4	8	1.0241	1.0243	25	6	6.2	1.025	1.0253
3	7.9	8.4	1.0236	1.0243	26	5.7	6.6	1.0243	1.0252
4	8.1	8.2	1.0242	1 0241	27	6	6.1	1.0246	1.025
5	8.4	8.5	1.0256	1.0249	28	5.8	4.7	1.0243	1.0245
6	7.6	8.3	1.0252	1.0251	29	6.1	6	1.0248	1.0251
7	7.1	7.6	1.0246	1.0247	30	5.7	5.8	1.024	1.0246
8	6.1	7.5	1.0244	1.0254	31	5.1	5.4	1.0237	1.025

Digitized by Google

f. LEMMER, Januari 1888 — Februari 1888.

DATUM			Temperatuur van het zeewater Een vadem diep.			Specifiek gewicht van het zeewater Een vadem diep.		
			Om 7 uur 's morg.	Om 2 uur 's midd.	Om 7 uur 's avonds.	Om 7 uur 's morg.	Om 2 uur 's midd.	Om 7 uur 's avonds.
1888.	Januari	1	— 0.6	— 0.5	— 0.3	1.0094	—	—
		2	— 0.3	— 0.3	— 0.2	1.0052	—	—
		3	0	0	0	1.0046	—	—
		4	— 0.1	0	0.1	1.004	—	—
		5	0	0.1	0.1	1.0032	—	—
		6	0.1	0.2	0.2	1.002	1.0023	1.0023
		7	0	0.1	0.2	1.0022	1.0022	1.0023
		8	0.3	0.4	0.7	1.0022	1.0022	1.0021
		9	0.7	0.7	0.5	1.002	1.002	1.0019
		10	0.1	0.5	0.7	1.002	1.0019	1.0019
		11	0.5	0.7	1	1.0022	1.0022	1.0022
		12	0.7	0.8	0.7	1.0022	1.0023	1.0023
		13	0.1	0.4	0.3	1.0022	1.0023	1.0024
		14	0.2	0.3	0.3	1.0024	1.0025	1.0025
		15	— 0.1	0	0	1.0025	1.0026	1.0024
		16	0	0.2	0	1.0022	1.0025	1.0027
		17	0	0.1	0.1	1.0026	1.0028	1.0028
		18	0	0.1	— 0.1	1.003	1.0036	1.0039
		19	— 0.1	— 0.1	— 0.2	1.0042	1.0047	1.0055
		20	— 0.1	— 0.1	0.2	1.0055	1.0056	1.0056
		21	0.3	0.5	0.5	1.0055	1.0054	1.0054
		22	0.5	0.5	0.4	1.0053	1.0056	1.0056
		23	0.4	0.5	0.5	1.006	1.0065	1.0065
		24	0.7	1	1	1.0066	1.0066	1.0068
		25	0.7	0.7	0.4	1.0068	1.007	1.0072
		26	0.2	0.4	0.7	1.0072	1.0075	1.0074
		27	1.1	1.2	0.9	1.0084	1.0108	1.0124
		28	0.1	— 0.1	— 0.2	1.0118	1.011	1.0105
		29	— 0.7	— 0.8	— 0.8	1.0095	1.0094	1.0093
		30	— 0.8	— 0.5	— 0.4	1.0092	1.009	1.009
		31	— 0.7	— 0.6	— 0.1	1.009	1.0078	1.0035
	Februari	1	0.2	0.3	0.8	1.002	1.0018	1.0018
		2	0.4	0.5	0.5	1.002	1.002	1.0022
		3	0.8	0.9	1	1.0022	1.0023	1.0023
		4	1	1.2	1.3	1.0022	1.0022	1.0024
		5	1.1	1.2	1.4	1.0024	1.0028	1.0033
		6	1.2	1.3	1.1	1.0034	1.0035	1.0034
		7	0.7	0.8	1.5	1.0032	1.0038	1.0048
		8	1.5	1.4	1.3	1.0076	1.008	1.0078
		9	0.8	1	0.9	1.0076	1.0076	1.0075

Digitized by Google

f. LEMMER, Februari 1888 — April 1888.

DATUM	Temperatuur van het zeewater Een vadem diep.			Specifiek gewicht van het zeewater Een vadem diep.		
	Om 7 uur 's morg.	Om 2 uur 's midd.	Om 7 uur 's avonds.	Om 7 uur 's morg.	Om 2 uur 's midd.	Om 7 uur 's avonds.
1888. Februari 10	0.8	0.8	0.6	1.0075	1.0077	1.0076
11	0.2	0.3	0.4	1.0077	1.008	1.0082
12	0.4	0.3	0	1.008	1.0082	1.008
13	0	0.2	0	1.008	1.008	1.0078
14	0	— 0.2	— 0.4	1.0077	1.0074	1.0068
15	— 0.2	0	0.1	1.0064	1.006	1.0054
16	0.3	0.3	0.3	1.002	1.002	1.0018
17	0.3	0.4	0.1	1.0017	1.0016	1.0015
18	0.2	0.1	0.1	1.0016	1.0016	1.0016
19	0	0	0.1	1.0016	1.0017	1.0017
20—29	Geen waar-	nemingen	in gevolge	ijs.		
Maart 1—12	Geen waar-	nemingen	in gevolge	ijs.		
13	— 0.6	0	— 0.2	1.0087	1.0088	1.0085
14	— 0.6	— 0.5	— 0.5	1.0084	1.0082	1.0075
15	— 0.5	— 0.4	— 0.4	1.007	1.0068	1.0074
16	— 0.3	0	— 0.3	1.0078	1.005	1.002
17—26	Geen waar-	nemingen	in gevolge	ijs.		
27	0.8	1	0.8	1.003	1.003	1.0023
28	0.6	1	1	1.0043	1.004	1.0032
29	1.2	1.3	1.6	1.002	1.002	1.0018
30	1.8	2	2.4	1.002	1.0022	1.0016
31	1.6	2	2.2	1.0012	1.0012	1.0013
April 1	2.4	2.5	2.6	1.0016	1.002	1.002
2	2.5	3	3	1.0025	1.0032	1.0035
3	2.6	2.8	2.8	1.0038	1.0038	1.0037
4	2.3	3.6	3.8	1.004	1.0028	1.003
5	2.6	3.6	4.2	1.0036	1.0026	1.0028
6	2.8	4.6	5	1.0038	1.004	1.0042
7	3	3.6	3.8	1.0042	1.0043	1.0043
8	3	3.8	4.6	1.0044	1.0044	1.0044
9	3.6	3.8	4.2	1.0042	1.0041	1.0042
10	3.2	5.4	6.2	1.0044	1.0044	1.0045
11	3.6	4	4.6	1.0042	1.0041	1.0042
12	3.8	4.6	4.6	1.0044	1.0044	1.0046
13	4	5.2	6	1.005	1.005	1.0048
14	5	6	6.5	1.0046	1.0046	1.0046
15	6.5	8	10.5	1.0042	1.0042	1.0038
16	8.4	9	9.2	1.0034	1.0034	1.0024
17	7.8	9	8.8	1.0025	1.0025	1.0025
18	8.8	10	10.2	1.0016	1.0017	1.0023

f. LEMMER, April 1888 — Mei 1888.

DATUM		Temperatuur van het zeewater Een vadem diep.			Specifiek gewicht van het zeewater Een vadem diep.		
		Om 7 uur 's morg.	Om 2 uur 's midd.	Om 7 uur 's avonds.	Om 7 uur 's morg.	Om 2 uur smidd.	Om 7 uur 's avonds.
1888. April	19	9	10.2	10.4	1.002	1.0018	1.0016
	20	9.3	10.6	11.2	1.0018	1.0016	1.0014
	21	9.6	10.4	10.4	1.0016	1.0016	1.0017
	22	9.2	11	11.2	1.0016	1.0018	1.0016
	23	10.2	11	11	1.0016	1.0014	1 0014
	24	9.6	9.6	9.2	1.0018	1.0015	1.0012
	25	7.4	9.2	9.3	1.0015	1.0016	1.0017
	26	7.2	8.4	9.2	1.0018	1.0018	1.002
	27	7	7.8	7.8	1.0020	1.002	1.002
	28	7.6	9	9.8	1.0020	1.0024	1.0036
	29	8.7	9.8	10.2	1.0024	1.003	1.003
	30	9	11.3	12.4	1.003	1.003	1.0026
Mei	1	11.8	12.4	12.4	1.0023	1.0025	1.0025
	2	10.5	11.8	11.8	1.0026	1.0032	1.0033
	3	10.4	10.7	10.6	1.0035	1.0038	1.004
	4	8	9.2	10	1.004	1.004	1.0043
	5	9.3	10.2	10.5	1.0033	1.0036	1.0036
	6	10.4	11.4	12	1.003	1.003	1.003
	7	11	12	12.6	1.0028	1.0026	1.0026
	8	11.8	12.3	12.2	1.0026	1.0027	1.0026
	9	10.5	10.8	11.3	1.0028	1.003	1.003
	10	10.4	10.5	10.3	1.003	1.0032	1.003
	11	9.5	10	9.8	1.0027	1.0028	1.0025
	12	9.4	9.8	10	1.0023	1.003	1.0026
	13	9.6	10.8	11.6	1.0024	1.0026	1.0025
	14	10.8	11.8	12	1.0026	1.0027	1.0026
	15	10.6	12.6	13.7	1.0028	1.0026	1.0024
	16	11.8	14.5	14.5	1.002	1.002	1.0018
	17	13.4	15	15.3	1.002	1.0016	1.0019
	18	14.6	15.7	15.6	1.0018	1.0016	1.0018
	19	15	16.8	16.8	1.0016	1.0015	1.0018
	20	16	16.7	16.8	1.0015	1.0016	1.0016
	21	16.2	16.8	16.6	1.0013	1.0019	1.0023
	22	15	16	15.4	1.0024	1.0024	1.0024
	23	14.4	15.6	15.3	1.0022	1.0021	1.0018
	24	14	13.8	13.2	1.002	1.0018	1.0017
	25	12.8	13	12.8	1.0021	1.0022	1.0022
	26	12	12.2	12.1	1.0022	1.0024	1.0025
	27	11.6	12.2	12.2	1.003	1.003	1.0031
	28	11.8	14	13.5	1.0029	1.003	1.0032

f. LEMMER, Mei 1888 — Juli 1888.

DATUM		Temperatuur van het zeewater Een vadem diep.			Specifiek gewicht van het zeewater Een vadem diep.		
		Om 7 uur 's morg.	Om 2 uur 's midd.	Om 7 uur 's avonds.	Om 7 uur 's morg.	Om 2 uur 's midd.	Om 7 uur 's avonds.
1888. Mei	29	12.6	13.2	13.3	1.003	1.0028	1.0024
	30	13	13.5	13.8	1.0024	1.0023	1.002
	31	13.8	13.8	13.6	1.0028	1.0028	1.0028
Juni	1	12.6	12.8	12.6	1.0032	1.0031	1.0033
	2	11.8	13.8	14	1.0034	1.003	1.0029
	3	18.2	16.3	16.7	1.0032	1.0032	1.003
	4	15.2	16.2	15.9	1.0028	1.0028	1.0027
	5	14.7	15.1	15	1.0031	1.003	1.003
	6	12.8	13	13.2	1.0034	1.0033	1.003
	7	18.6	14.8	15.1	1.0029	1.0029	1.0028
	8	14.9	16	16.4	1.0028	1.0028	1.0028
	9	16.2	17.4	17.4	1.0029	1.0028	1.0028
	10	15.7	16.3	16.8	1.0035	1.0038	1.0038
	11	15.1	17	18	1.0038	1.0039	1.0037
	12	17.5	19	19.3	1.0037	1.0038	1.0036
	13	18.6	18.6	18.6	1.0036	1.0037	1.0037
	14	17.2	17.4	17.3	1.0038	1.0038	1.0039
	15	15.8	16.7	17.2	1.0038	1.004	1.0041
	16	15.8	16.1	16	1.004	1.0042	1.0044
	17	15.5	15.6	15.3	1.0043	1.0043	1.0046
	18	14	14.3	14.4	1.0044	1.0044	1.0046
	19	13	13.6	14.2	1.0046	1.0046	1.0047
	20	14.2	15.9	16.7	1.0046	1.0043	1.0042
	21	16.2	18.3	19.1	1.0044	1.0044	1.0044
	22	18.4	19	19.8	1.0045	1.0043	1.0043
	23	19	20	20.7	1.0042	1.0042	1.0038
	24	18.7	20.4	21	1.0038	1.0039	1.0037
	25	19.8	20.4	21	1.0038	1.0038	1.0036
	26	20.2	21.6	22	1.0037	1.0037	1.0036
	27	21	21.8	22	1.0038	1.0037	1.0037
	28	20.8	20.5	19.8	1.004	1.0038	1.0038
	29	18.2	17.9	17.5	1.0042	1.0041	1.0043
	30	17.2	17	16.6	1.0046	1.0045	1.0047
Juli	1	15.8	15.8	15.5	1.0053	1.0048	1.0049
	2	15	16	15.8	1.005	1.0046	1.0046
	3	15.6	15.8	16.7	1.0045	1.0045	1.0045
	4	15.2	16	16.4	1.0048	1.0043	1.0041
	5	15.7	16.2	16.5	1.0038	1.0039	1.0039
	6	15.9	16.3	16.4	1.0038	1.0038	1.0039
	7	16	16.3	16.4	1.0038	1.004	1.004

f. LEMMER, Juli 1888 — Augustus 1888.

DATUM			Temperatuur van het zeewater Een vadem diep.			Specifiek gewicht van het zeewater Een vadem diep.		
			Om 7 uur 's morg.	Om 2 uur 's midd.	Om 7 uur 's avonds.	Om 7 uur 's morg.	Om 2 uur 's midd.	Om 7 uur 's avonds.
1888.	Juli	8	15.9	16.4	16.5	1.004	1.004	1.0041
		9	15.5	15.3	16.6	1.0041	1.0039	1.004
		10	15.4	15.2	14.8	1.0048	1.0048	1.005
		11	14.3	14.8	14.9	1.005	1.0046	1.0044
		12	14.4	14.4	14.2	1.004	1.004	1.0042
		13	13.8	14.3	14.6	1.0043	1.0045	1.0043
		14	14.3	15	15.3	1.0042	1.0041	1.0041
		15	14.9	15.2	15.3	1.004	1.004	1.0038
		15	14 8	15.3	15.4	1.0036	1.0036	1.0035
		17	15.2	15.2	16.8	1.0037	1.0035	1.0035
		18	15.5	16	15.2	1.0035	1.0035	1.0036
		19	15	15.3	16.4	1.004	1.0038	1.004
		20	16	16.7	17.6	1.0042	1.004	1.004
		21	17.4	17.8	17.8	1.0038	1.0039	1.004
		22	17.4	18	18.8	1.0035	1.0038	1.0037
		23	18	18.2	18.5	1.003	1.003	1.003
		24	17.5	17.5	17.8	1.0035	1.0036	1.0036
		25	17 5	18	18.5	1.0032	1.0034	1.0032
		25	17.5	17.6	17.4	1.0034	1.0035	1.0084
		27	15.6	17.4	18.4	1.0038	1.0038	1.0036
		28	17.4	17.8	18	1.0032	1.0032	1.003
		29	15.8	15.8	16.6	1.0038	1.0039	1.0038
		30	16.6	16.8	15.8	1.0033	1.003	1.0028
		31	16.4	16.5	15.6	1.0028	1.003	1.0032
	Augustus	1	16.2	15	15.9	1.003	1.003	1.0029
		2	15.7	15.8	15.8	1.003	1.0031	1.003
		3	15.5	15.8	15.8	1.0027	1.0026	1.0029
		4	15.7	15.7	15.6	1.003	1.0032	1.0033
		5	15.3	15.2	15	1.0034	1.0035	1.0037
		6	14.5	14.4	14.2	1.0038	1.0041	1.0042
		7	13.9	14.5	14.8	1.0039	1.0036	1.0033
		8	14.8	15.5	15.2	1.003	1.0028	1.0027
		9	15.7	17	18.3	1.0026	1.0026	1.0025
		10	17.8	18.5	19.5	1.0024	1.0024	1.0024
		11	18.6	18.5	18.6	1.0024	1.0025	1.0023
		12	18.5	19	19	1.002	1.0019	1.0019
		13	18	18	17.5	1.0024	1.003	1.0032
		14	16.5	16.5	16.2	1.0034	1.0035	1.0035
		15	15.8	17.3	17.7	1.003	1.0027	1.0023
		16	16.8	17.2	17.2	1.0022	1.0022	1 0023

f. LEMMER, Augustus 1888 — September 1888.

DATUM			Temperatuur van het zeewater Een vadem diep.			Specifiek gewicht van het zeewater Een vadem diep.		
			Om 7 uur 's morg.	Om 2 uur 's midd.	Om 7 uur 's avonds.	Om 7 uur 's morg.	Om 2 uur 's midd.	Om 7 uur 's avonds.
1888.	Augustus	17	15.6	16	16.2	1.0026	1.0026	1.0026
		18	16.3	15.7	16	1.0025	1.0025	1.0026
		19	15.2	15.6	15.7	1.0028	1.0027	1.0027
		20	15	15.6	16	1.0029	1.0028	1.0027
		21	15.2	16.2	16.2	1.0029	1.0027	1.0027
		22	16.6	16.2	16.3	1.0027	1.0027	1.0028
		23	15.7	16.4	16.7	1.003	1.0029	1.0024
		24	16.4	18.2	19	1.0023	1.002	1.0016
		25	17.4	17.8	17.7	1.0017	1.0017	1.0016
		26	17.3	19	18.8	1.0019	1.0018	1.0019
		27	18	18.2	18	1.0023	1.0022	1.0022
		28	17.3	17.6	17.5	1.0024	1.0025	1.0028
		29	16.3	16	16	1.003	1.0029	1.003
		30	15.8	16.1	16	1.0028	1.0028	1.0027
		31	16.2	15.3	16.4	1.0028	1.003	1.0029
	September	1	14.8	15.9	16.7	1.003	1.003	1.0029
		2	15.5	14.6	14.4	1.0029	1.0028	1.0027
		3	14.4	15	15	1.0026	1.0026	1.0026
		4	14.8	15.7	16.2	1.0028	1.0027	1.0027
		5	15.5	16	16.2	1.0028	1.0028	1.0028
		6	15.6	15.7	15.6	1.0029	1.0028	1.003
		7	15	15.2	15	1.0029	1.0029	1.0028
		8	14.6	14.8	14.9	1.0028	1.0029	1.003
		9	14.4	15	15	1.0029	1.0026	1.0026
		10	14.6	15	15.2	1.0025	1.0025	1.0025
		11	14.3	14.4	14.4	1.0027	1.0028	1.003
		12	14.1	14.5	14.8	1.0031	1.003	1.003
		13	14.6	15.3	15.5	1.0028	1.0029	1.0029
		14	14.7	15.4	15.9	1.0027	1.0024	1.0026
		15	14.8	16	16.6	1.0028	1.0028	1.0028
		16	15.5	15.6	15.8	1.0032	1.0033	1.0034
		17	15.2	16	16.2	1.0034	1.0034	1.0034
		18	15.2	15.9	16	1.0036	1.0036	1.0032
		19	14.8	15.5	15.6	1.003	1.0033	1.0033
		20	14.3	14.8	14.8	1.0032	1.0034	1.0036
		21	13.4	14.7	15	1.0039	1.0038	1.0038
		22	14	15	15.1	1.0039	1.0038	1.0038
		23	14.1	15.6	15.9	1.0038	1.0037	1.0036
		24	14.3	15.7	16	1.0038	1.0037	1.0037
		25	14.6	14.8	14.7	1.004	1.0042	1.0043

Digitized by Google

f. LEMMER, September 1888 — November 1888.

DATUM			Temperatuur van het zeewater Een vadem diep.			Specifiek gewicht van het zeewater Een vadem diep.		
			Om 7 uur 's morg.	Om 2 uur 's midd.	Om 7 uur 's avonds.	Om 7 uur 's morg.	Om 2 uur 's midd.	Om 7 uur 's avonds.
1888.	September	26	13.3	13.9	14	1.0047	1.0046	1.0046
		27	12.7	13.8	13.6	1.0047	1.005	1.0051
		28	12.2	13	13	1.0051	1.0051	1.005
		29	12.7	13.8	13.6	1.0052	1.0052	1.0053
		30	13.2	13.2	13	1.0055	1.0056	1.0062
	October	1	11.8	11.6	11	1.0068	1.0076	1.007
		2	10	10.6	10.8	1.0062	1.006	1.0064
		3	9	9.7	9.7	1.006	1.0061	1.0062
		4	9.3	9.8	10.1	1.0062	1.0062	1.0062
		5	8.7	9	8.8	1.0063	1.0065	1.0067
		6	8.4	8.8	9	1.0067	1.0069	1.0067
		7	8.4	8.5	8.3	1.0065	1.0066	1.0061
		8	7.5	8.5	8.9	1.0061	1.0161	1.0058
		9	7.5	8.9	9.2	1.0057	1.0057	1.0055
		10	8	9.2	9.6	1.0053	1.0052	1.0053
		11	9.1	10	10.2	1.0055	1.0053	1.0052
		12	9.2	10	10	1.0056	1.0054	1.0059
		13	9.2	9.4	9.2	1.0054	1.0055	1.0058
		14	8.7	9.3	9.2	1.0063	1.006	1.006
		15	8.8	9.6	9.3	1.0058	1.0058	1.0058
		16	9.2	9.8	9.7	1.0058	1.0059	1.0057
		17	9.1	9.8	9.6	1.0057	1.0058	1.0057
		18	9.1	9.5	9	1.0057	1.0056	1.0053
		19	7.4	8	7.8	1.0051	1.0053	1.0051
		20	7	7.2	7	1.0051	1.0054	1.0052
		21	6.5	7	6.9	1.0053	1.0053	1.0052
		22	6.8	7.5	7.5	1.0053	1.0054	1.0053
		23	7.2	8	7.8	1.0053	1.0052	1.0053
		24	7.3	7.7	7.7	1.0055	1.0054	1.0054
		25	7.2	8	8.1	1.0055	1.0052	1.005
		26	7.7	8.6	8.6	1.0047	1.0044	1.0042
		27	8.1	9	9.3	1.004	1.0036	1.0035
		28	8.8	9.4	9.6	1.0032	1.0025	1.0025
		29	9.4	9.8	9.7	1.0022	1.002	1.002
		30	9.2	9.5	9.4	1.0018	1.0018	1.002
		31	9	9.4	9.3	1.0019	1.002	1.0021
	November	1	9	9.2	9.3	1.002	1.002	1.002
		2	9	9	8.8	1.002	1.0021	1.0021
		3	8.6	8.6	8.4	1.0023	1.0025	1.0026
		4	7.3	7	6.3	1.0025	1.0026	1.0025

Digitized by Google

f. LEMMER, November 1888 — December 1888.

DATUM		Temperatuur van het zeewater Een vadem diep.			Specifiek gewicht van het zeewater Een vadem diep.		
		Om 7 uur 's morg.	Om 2 uur 's midd.	Om 7 uur 's avonds.	Om 7 uur 's morg.	Om 2 uur 's midd.	Om 7 uur 's avonds.
1888. November	6	5.6	5	4.6	1.0027	1.0028	1.0026
	6	2.8	2.6	2	1.0026	1.0027	1.0024
	7	0	0	0	1.0023	1.0024	1.0025
	8	0	0	0	1.0028	1.0027	1.0029
	9	— 0.2	— 0.2	— 0.2	1.0033	1.003	1.003
	10—13	Geen waar-	nemingen	ingevolge	ijs.		
	14	0.7	1	1.2	1.0046	1.0041	1.0042
	15	1.2	1.4	1.4	1.0043	1.0041	1.0043
	16	1.4	1.6	1.7	1.0042	1.0043	1.0045
	17	1.6	1.8	1.9	1.005	1.005	1.0051
	18	1.9	2	2	1.0052	1.0056	1.0053
	19	2	2.6	3.4	1.0055	1.006	1.006
	20	4	4.4	4.6	1.006	1.0062	1.008
	21	4.4	4.4	4.4	1.012	1.0118	1.012
	22	4	4.5	4.7	1.0122	1.011	1.011
	23	4.8	5.4	5.9	1.010	1.0096	1.0096
	24	6	6.6	6.8	1.0096	1.010	1.0116
	25	6.7	7	7.2	1.012	1.012	1.0088
	26	7	7.4	7.1	1.0067	1.006	1.0058
	27	6.4	6.8	7	1.0052	1.0048	1.0049
	28	6.6	6.6	6.4	1.0046	1.0047	1.0049
	29	5.6	6.2	6	1.0056	1.0056	1.0055
	30	5.5	6	6.2	1.0052	1.005	1.0048
December	1	5.8	6	6	1.0053	1.0053	1.0055
	2	5.9	6	6	1.006	1.006	1.0058
	3	6	6	5.8	1.0056	1.006	1.004
	4	5.2	5.6	5.7	1.003	1.0032	1.0028
	5	5.8	5.8	5.8	1.003	1.0034	1.0032
	6	5.8	5.8	5.6	1.0032	1.0034	1.0034
	7	4	4	3.9	1.004	1.004	1.004
	8	3.9	4.6	4.8	1.0044	1.004	1.004
	9	4.8	5	4.8	1.0039	1.004	1.0057
	10	4.5	4.6	4.2	1.0072	1.006	1.0063
	11	3.8	3.8	3	1.0057	1.0052	1.006
	12	2	1.8	1	1.006	1.0052	1.0056
	13	0	6	0	1.0056	1.0053	1.0055
	14	— 0.2	0	0.2	1.0054	1.0051	1.0054
	15	0.6	1	1.3	1.0054	1.0054	1.0055
	16	1.6	2.2	2.3	1.0056	1.0056	1.0056
	17	2.2	2.2	2.4	1.0055	1.0055	1.0055

f. LEMMER, December 1888.

DATUM		Temperatuur van het zeewater Een vadem diep.			Specifiek gewicht van het zeewater Een vadem diep.		
		Om 7 uur 's morg.	Om 2 uur 's midd.	Om 7 uur 's avonds.	Om 7 uur 's morg.	Om 2 uur 's midd.	Om 7 uur 's avonds.
1888. December	18	2.2	2.6	1.6	1.0054	1.0056	1.0054
	19	1	1.2	1.2	1.005	1.0053	1.0047
	20	1	1	0.8	1.004	1.0042	1.0034
	21	0.5	0.8	0.8	1.0034	1.004	1.004
	22	1	1	1.2	1.0038	1.004	1.0033
	23	1.2	1.4	1.5	1.003	1.003	1.0028
	24	1.6	2	2	1.0024	1.003	1.0032
	25	2.5	2.7	3.2	1.0034	1.0033	1.0036
	26	2.8	2.8	2.4	1.0036	1.0037	1.004
	27	1.8	2	2.4	1.004	1.0039	1.0037
	28	1.6	1.7	1.8	1.0036	1.0035	1.003
	29	2.2	2.4	2.7	1.003	1.003	1.0031
	30	2.8	2.5	2	1.003	1.0036	1.004
	31	1.6	1.6	1.6	1.0042	1.004	1.004

Digitized by Google

g. NIEUW BILDT, October 1886 — November 1886. [1])

DATUM		Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.		Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.		Wind
		Uur	bij H.W.	Uur	bij L.W.	Om 8 uur 's morg.
1886 October	6	3.45 N.	1.0246	11.— V.	1.0239	Z.O.—Z.W.
	7	4.— »	1.025	11.— »	1.0249	Z.O.
	8	4.45 »	1.0249	11.30 »	1.025	Z.W.
	9	5.45 »	1.0249	12.30 N.	1.0245	Z.Z.W.
	10	6.30 V.	1.025	2.— »	1.0234	Z.—N.W.
	11	7.15 »	1.0229	2.45 »	1.0222	N.W.
	12	7.15 »	1.0214	2.45 »	1.0209	W.Z.W.
	13	8.15 »	1.0196	3.— »	1.0194	W.N.W.
	14	9.— »	1.0192	4.— »	1.0195	W.N.W.
	15	10.— »	1.02	5.30 »	1.0197	Z.Z.O.
	16	10.15 »	1.0202	6.— »	1.0205	Z.
	17	11.30 »	1.02	6.30 V.	1.0205	Z.—O.
	18	12.— N.	1.0217	7.— »	1.0215	Z.W.
	19	12.45 »	1.0216	7.15 »	1.0219	Z.O.
	20	2 — »	1.0227	8.15 »	1.0228	ZO.—W.
	21	2.45 »	1.023	9.— »	1.023	Z.Z.W.
	22	4.— »	1.023	10.— »	1.0227	Z.W.—W.N.W.
	23	5.— »	1.0235	11.30 »	1.0231	Z.O.—Z.
	24	6.— »	1.025	12.45 N.	1.0243	N.O.
	25	6.30 V.	1.025	2.— »	B	N.O.—Z.O.
	26	7.30 »	1.0256	3.— »	B	Z.O.
	27	8.15 »	+	4.— »	B	O.Z.O.
	28	9.30 »	1.026	5.— »	B	O.Z.O.
	29	10.15 »	1.026	6.— »	B	O.Z.O.
	30	10.30 »	1.026	6.30 V.	1.026	Z.
	31	11.15 »	1.0255	7.15 »	1.026	Z.O.
November	1	12.15 N.	1.0259	7.15 »	1.0258	Z.Z.W.
	2	1.— »	1.0256	8.— »	1.0256	Z.W.
	3	2.15 »	1.0257	8.— »	1.0254	Z.W.
	4	3.— »	1.0244	9.— »	1.0255	Z.W.
	5	4.— »	1.0246	10.— »	1.025	Z.W.—Z.
	6	5.15 »	1.0216	10.30 »	1.0229	Z.W.
	7	6.— V.	1.0202	1.— N.	1.0201	W.
	8	6.15 »	1.0183	2.— »	1.0185	N.W.
	9	7.— »	1.0182	2.— »	1.0189	Z.O.
	10	7.30 »	1.0198	3.— »	1.0214	Z.O.

[1]) Voor de hier volgende lijsten beduidt:
— Areometerstand lager dan 1.018.
+ Areometerstand hooger dan 1.026.
A niet waargenomen.
B geen water te verkrijgen, ten gevolge van te laag water.

Digitized by Google

g. NIEUW BILDT, November 1886 — December 1886.

DATUM.	Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.		Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.		Wind.
	Uur	bij H.W.	Uur	bij L.W.	Om 8 uur 's morg
1886. November 11	8.— V.	1.0219	3.30 N.	1.0222	Z.O.—ZW.
12	9.— »	1.0224	4.30 »	1.021	Z.
13	10.30 »	1.0207	5.20 »	1.0202	Z.W.
14	11.— »	1.0206	6.— V.	1.0208	N.W.
15	11.30 »	1.0204	5.15 »	1.0209	N.W.—W.Z.W.
15	12.— N.	1.0202	5.30 »	1.0208	Z.W.
17	12.30 »	1.0205	7.— »	1.0208	Z.W.
18	2.— »	1.019	8.— »	1.0206	N.W.
19	3.— »	1.02	9.— »	1.02	N.N.W.
20	3.30 »	1.0204	9.30 »	1.0208	Z.Z.W.
21	4.30 »	1.0213	10.30 »	1.0203	W.Z.W.—N.
22	6.— »	1.0228	11.— »	1.0227	N.N.O.
23	6.30 V.	1.0233	1.— N.	1.0237	Z.—N.W.
24	7.15 »	1.0243	1.30 »	1.0244	N.W.
25	8.— »	1.0245	2.15 »	1.025	N.
26	9.15 »	1.0247	4.— »	1.0252	N.
27	10.15 »	1.0249	5.— »	1.025	N.—Z.W.
28	11.— »	1.0252	6.— V.	1.0255	Z.W.
29	11.30 »	1.0252	6.15 »	1.0254	Z.W.
30	12.15 N.	1.0205	7.— »	1.022	Z.W.—W.
December 1	1.— »	1.0187	7.30 »	1.0194	N.W.
2	1.30 »	1.0217	7.45 »	1.0208	W.N.W.
3	2.— »	1.0227	8.— »	1.0225	W.N.W.—N.N.W.
4	3.— »	1.0214	9.— »	1.0215	Z.W.
5	4.— »	1.0212	10.— »	1.0212	W.
6	4.30 »	1.02	11.— »	1.02	W.
7	5.30 »	1.0188	12.— N.	1.0196	W.N.W.
8	5.— »	1.0184	1.— »	1.0188	Z.Z.W.
9	7.— V.	—	1.30 »	—	Z.W.
10	7.30 »	—	2.— »	—	W.
11	8.— »	—	3.— »	—	W.Z.W.
12	9.— »	1.018	4.— »	—	W.N.W.
13	9.15 »	—	4.30 »	—	W.N.W.
14	9.30 »	1.0182	5.— »	A	N.W.—Z.O.
15	10.30 »	1.0204	6.— V.	1.0207	Z.Z.W.
16	11.30 »	1.0202	6.30 »	1.0212	Z.W.—N.
17	12.— N.	1.0193	5.45 »	1.0192	N.W.
18	2.— »	1.0198	8.— »	1.0197	N.
19	3.15 »	1.0199	9.15 »	1.0199	N.O.—Z.O.
20	4.— »	1.0201	10.— »	1.0214	Z.O.—O.

Digitized by Google

g. NIEUW BILDT, December 1886 — Februari 1887.

DATUM	Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.		Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.		Wind.
	Uur	bij H.W.	Uur	bij L.W.	Om 8 uur 's morg.
1886. December 21	5.— N.	1.0226	11.— V.	1.0222	Z.Z.W.
22	6.— V.	1.023	12.— N.	1.0232	Z.
23	6.30 »	1.0234	2.— »	1.0224	N.O.—N.W.
24	7.30 »	1.0238	2.— »	1.0236	Z.W.
25	8.15 »	1.0222	3.— »	1.0226	N.W.
26	9.— »	1.023	3.30 »	1.0222	W.Z.W.
27	10.30 »	1.0212	4.30 »	A	O.Z.O.—N.O.
28	10.45 »	A	5.— »	A	Z.W.—W.
29	11.— »	1.0232	6.— »	A	W.—N.N.O.
30	11.45 »	1.024	8.— V.	1.0244	N.O.—Z.
31	12.45 N.	1.0237	8.— »	1.0244	O.—Z.
1887. Januari 1	1.45 »	1.0232	8.30 »	1.0246	Z.
2	2.45 »	1.0254	9.— »	1.025	Z.Z.W.
3	3.15 »	A	9.15 »	1.0256	Z.W.
4	4.— »	1.0204	10.— »	1.0222	Z.O.
5	5.— »	1.0222	10.45 »	1.0225	Z.O.
6	6.— »	1.0202	12.— N.	1.0188	Z.Z.W.
7	6.30 V.	—	1.— »	1.0226	Z.Z.W.
8	7.15 »	—	1.30 »	1.0218	Z.Z.O.
9	8.— »	1.0234	2.15 »	1.0244	Z.Z.O.
10	9.15 »	1.0238	3.15 »	1.0246	Z.
11	10.15 »	1.0244	4.15 »	1.0236	Z.
12	11.15 »	1.023	5.15 »	A	Z.Z.W.
13	12.— N.	1.0244	6.15 V.	1.0246	Z.Z.O.
14	12.30 »	1.0252	7.— »	1.0252	Z.O.
15	1.— »	+	7.30 »	+	Z.O.
16—23	Geen waar-	nemingen	ingevolge ijs.		
24	9.— V.	1.025	3.— N.	1.0246	Z.W.
25	9.15 »	1.0244	4.30 »	1.0245	Z.W.
26	10.15 »	1.024	5.— »	1.0232	Z.W.
27	11.30 »	1.0248	6.— V.	1.0232	Z.W.
28	12.— N.	1.0248	7.— »	1.0248	Z.W.
29	12.30 »	1.0239	7.30 »	1.0242	Z.W.
30	1.— »	1.0244	8.— »	1.0248	Z.Z.O.
31	1.30 »	1.0234	8.15 »	1.024	Z.Z.W.
Februari 1	2.— »	1.0207	8.30 »	1.0225	Z.W.
2	3.— »	1.0201	9.15 »	1.0196	Z.W.
3	3.30 »	1.0193	10.— »	1.0192	Z.W.
4	4.— »	—	10.15 »	—	W.
5	5.— »	—	11.— »	—	W.

Digitized by Google

g. NIEUW BILDT, Februari 1887 — Maart 1887.

DATUM		Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.		Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.		Wind.
		Uur	bij H.W.	Uur	bij L.W.	Om 8 uur 's morg.
1887. Februari	6	6.— V.	—	12.30 N.	1 0182	N.
	7	8.— »	1.018	2.30 »	1.0204	N.O.
	8	8.30 »	1.0214	4.— »	1.0224	N.O.
	9	9.— »	1.0226	4.15 »	1.023	N.O.
	10	11.30 »	1.024	5.30 »	1.0246	N.O.
	11	11.30 »	+	6.— »	+	N O.
	12	11.45 »	+	8.— V.	+	N.O.
	13	12.— N.	+	8.30 »	+	N.O.
	14	1.30 »	1.0248	9.— »	+	Z.O.
	15	2.— »	+	10.— »	+	O Z.O.
	16	2.30 »	+	11.— »	+	Z.O.—Z.
	17	3.30 »	+	11.30 »	+	Z.O.—Z.
	18	4.— »	+	12.— N.	+	Z.W.
	19	4.30 »	+	12.30 »	+	N.
	20	5.30 »	+	1.— »	+	N.O.
	21	8.— V.	+	2.— »	+	Z.W.
	22	8.30 »	+	3.— »	1.0239	W Z.W.
	23	9.— »	1.0248	3.30 »	1.0247	W Z.W.
	24	9.45 »	1.0228	4.30 »	1.0222	W.
	25	11.— »	1.0222	5.30 »	1.0215	W.
	26	11.30 »	1.021	6.— V.	1.023	N.O.
	27	12.— »	1.0244	6.30 »	1.024	Z.O.
	28	12.30 N.	1.0245	7.15 »	1.0248	Z.W.—N.O
Maart	1	12.30 »	1.025	7.30 »	1.0252	W.Z.W.
	2	1.— »	1.025	8.— »	1.0252	W.
	3	2.— »	1.024	8.— »	1.0246	W
	4	3.— »	1.0242	8.30 »	1.0232	W.
	5	4.— »	1.0243	9.30 »	1.0245	N.O.
	6	5.— »	1.0252	10.30 »	1.025	N.
	7	5.30 »	1.0255	12.30 N.	1.0253	N.
	8	6.30 V.	1.0257	2.— »	1.0257	Z.
	9	8.— »	1.0256	3.— »	+	N.W.
	10	8.30 »	+	3.30 »	+	N.
	11	9.— »	+	4.30 »	+	Z
	12	9.45 »	+	5.30 »	+	N.O.
	13	10.30 »	+	6.— V.	+	W.Z.W.
	14	11.— »	+	6.30 »	+	W.
	15	11.30 »	+	7.— »	+	Z.
	16	12.— »	+	7.45 »	+	Z.O
	17	1.— N.	+	8.30 »	+	O.

g. NIEUW BILDT, Maart 1887 — April 1887.

DATUM.			Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.		Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.		Wind.
			Uur	bij H.W.	Uur	bij L.W.	Om 8 uur 's morg.
1887.	Maart	18	9.— V.	+	11.45 V.	+	O.—N.O.
		19	4 30 N.	?	12.— N.	+	O.—N.O.
		20	5.— »	+	1.30 »	+	Z.O.
		21	5.30 »	+	2.— »	+	Z.O.
		22	8.— V.	+	2.30 »	+	Z.
		23	8.30 »	+	2.30 »	+	Z.—W.
		24	9.— »	1.024	3.— »	1.024	W.
		25	9.— »	1.0226	4.— »	1.0222	W.
		26	10.— »	1.0225	5.— »	1.0226	W.N.W.
		27	11.— »	1.022	6.— »	1.0226	Z.W.
		28	12.— »	1.0222	6.30 V.	1.022	N.W.
		29	12.— »	1.0229	7.— »	1.0236	N O.—N.W.
		30	1.— N.	1.0234	8.— »	1.0235	N.O.
		31	2.— »	1.0248	8.30 »	1.0248	Z.—Z.W.
	April	1	2.— »	*1.023	8.30 »	1.0244	Z O.—N.O.
		2	3.— »	1.0237	9.— »	1.0237	N N.W.
		3	3.30 »	1.0239	10.— »	1.0243	N.W.
		4	4.30 »	1.0232	10.30 »	1.0235	N.W.
		5	5.15 »	1.0237	11.30 »	1.0229	ZO.—N.
		6—24	—	+	—	+	—
		25	10.30 V.	1.0252	6.— N.	1.025	Z.—ZW.
		26	11.30 »	1.0237	6.30 V.	1.0246	W.Z.W.
		27	12.— N.	1.0216	7.— »	1.0244	Z.W.—W.
		28	12.— »	1.0205	7.30 »	1.021	W.
		29	12.30 »	1.0214	7.30 »	1.0209	Z.—Z W.
		30	1.— »	1.0216	8.— »	1.0214	N.

h. OUDE HOEVE, (Renesse), December 1886 — December 1889.

DATUM	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	DATUM	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	DATUM	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.
	2 uur N.		2 uur N.		2 uur N.
1886. December 10	1.025	1887. October 18	1.0199	1888. December 7	1 0246
21	1.0208	November 11	1.0204	11	1.0244
31	1.0206	25	1.0213	27	1.025
1887. Januari 12	1.0228	December 15	1.0216	1889. Januari 9	1.0234
22	1 0232	27	1.022	18	1.0233
Februari 5	1.0246	1888. Januari 16	1.0219	23	1.0238
10	1.0238	24	1.0224	Februari 1	1.025
21	1.0234	Februari 4	1.0228	2	1.0244
Maart 2	1.025	17	1.0226	13	1.022
11	1.0236	Juni 3	1.0212	20	1.0234
14	1.022	11	1.0189	Maart 1	1.023
17	1.0226	16	1.0203	6	1.0236
28	1.024	23	1.0196	19	1.0208
April 7	1.0168	28	1.0204	April 3	1.018
9	1.0178	Juli 7	1.021	4	1.018
13	1.0206	21	1.0204	19	1.0212
22	1.0218	31	1.0206	29	1.0236
29	1.0228	Augustus 2	1.0198	Mei 3	1.0223
Mei 4	1.022	3	1.0188	22	1.0214
10	1.0206	8	1.0192	24	1.0208
17	1.0196	14	1.0196	Juni 5	1.02
27	1.0182	24	1.0198	20	1.0182
Juni 3	1.0196	September 5	1.022	Juli 11	1.019
10	1.0204	11	1.0196	30	1.0202
17	1.02	17	1.0206	Augustus 1	1.018
22	lichter dan	19	1.0208	7	1.0196
	1.018	20	1.021	8	1.019
Juli 1	1.018	21	1.0206	9	1.0204
8	1.018	22	1 0215	September 4	1.022
15	1.02	October 4	1.0216	10	1.0214
25	1.0206	8	1.0188	18	1.0232
Augustus 1	1.02	19	1.0186	October 9	1.022
17	1.0214	25	1.0202	30	1.0224
25	1.0206	30	1.0216	November 14	1.0234
September 2	1.022	November 9	1.0212	19	1.0235
9	1.022	12	1.0222	December 18	1.0254
16	1.0216	23	1.0232	30	1.0244
October 4	1.0196	December 4	1.024		

Digitized by Google

i. URK, Februari 1883 — April 1888.

DATUM	Temperatuur van het zeewater Twee vadem diep.			Specifiek gewicht van het zeewater Twee vadem diep.			Wind		
	7 uur 's morg.	2 uur 's midd.	7 uur 's av.	7 uur 's morg.	2 uur 's midd.	7 uur 's avonds.	7 uur 's morg.	2 uur 's midd.	7 uur 's avonds.
1888. Febr. 17	0.6	1.2	0.8	1.0102	1.0102	1.01	N.O.	N.O.	N.O.
18	0.4	1	0.6	1.0103	1.01	1.01	N.	N.O.	N.:).
19	0.6	1.4	1	1.0104	1.0104	1.0102	N.O.	N.O.	N.O.
20	0.4	1.4	1	1.0104	1.0102	1.0102	N.O.	N.O.	N.O.
Maart 23	1	1.6	1 2	1.0104	1.0106	1.0104	Z.	Z.W.	Z.
24	1.2	1.6	1.4	1.0122	1.0128	1.011	N O	Z O.	Z O.
25	1.2	1.4	1.2	1.0114	1.0116	1.0118	Z.W.	Z W	Z W.
26	1.2	1.4	1.4	1.0102	1.0104	1.0106	Z.W.	Z W.	Z.W.
27	1.4	1.8	1.6	1.0106	1.0108	1.0106	Z.W.	Z.W.	Z.W.
28	1.8	2.4	2.2	1.0106	1.0108	1.0108	O.	O.	O.
29	1.8	2.8	2	1.009	1.0092	1.009	Z.O.	Z.O.	Z.
30	2.2	3.2	2.6	1.009	1.0198	1.0108	Z.O.	Z.O.	Z.O.
31	2.4	3.6	2.8	1.009	1.0092	1.0092	Z.O.	Z.	Z.W.
April 1	2.6	3.4	3	1.0092	1.009	1.0092	W.	Z.W.	Z.W.
2	2.8	3.6	3.2	1.0094	1.0096	1.0096	W.	W.	W.
3	2.8	3.8	3.4	1.0096	1.0098	1.0096	N.W.	N.W.	N.W.
4	3	3.8	3.2	1.0094	1.0092	1.009	W.	W.	W.
5	3.2	3.6	3.2	1.0092	1.009	1.0092	N.O.	N.O.	N.O.
6	3.4	4.2	3.8	1.0092	1.0092	1.0092	N.O.	N O.	N.O.
7	3.4	4.2	3.4	1.0094	1.0096	1.0094	N.W.	N.	N.O.
8	3.4	4.6	3.2	1.0092	1.0094	1.0092	Z.W.	Z.W.	Z.W.
9	3.2	4.6	3.6	1.0098	1.0098	1.0096	Z.W.	N.W.	N.W.
10	3.4	4.6	3.2	1.0098	1.0084	1.0086	N.O.	N.O.	N.O.
11	3.4	4.6	3.8	1.0088	1.0074	1.0078	Z W.	Z.W.	Z.W.
:2	3.4	4.6	3.4	1.0078	1.0076	1.0074	N.W.	N.W.	N.W.
13	3.2	4.6	3.4	1.0074	1.0072	1.007	Z.	Z.W.	Z.W.
14	3.4	4.6	3.4	1.0088	1.0088	1.0086	Z.	Z.	Z.
15	4.2	5.2	4.6	1.0086	1.0084	1.0084	O.	O.	O.
16	4.2	5.4	4.4	1.0084	1.0082	1.098	Z.	Z.W.	Z.W.
17	4.2	5.8	4.4	1.008	1.0082	1.008	Z.O.	Z.O.	Z.O.
18	4.6	6.2	5.6	1.00-2	1.0084	1.0084	Z.W.	Z.W.	Z.W.
19	4.6	6.2	5.6	1.0082	1.0084	1.0082	Z.W.	Z.W.	Z.W.
20	5.8	7.2	6.8	1.0098	1.0096	1.0094	N O.	N.O.	N O.
21	5.6	7.4	7.2	1.0094	1.0092	1.0092	Z.O.	N.W.	N.W.
22	6.2	8.6	7.6	1.009	1.0092	1.0092	W.	W.	N.O.
23	6.2	8.6	7.4	1.009	1.0094	1.0092	N.O.	O.	O.
24	6.8	8.4	7.4	1.009	1.009	1.009	N O	N.O.	N.O.
25	6.8	8.6	7.2	1.0092	1.009	1.009	N.O.	N O	N O.
26	6.8	8.4	7.4	1.009	1.0092	1.0092	N.O.	N O.	N.O.
27	6.8	8.8	7.4	1.0094	1.0092	1.009	Z.W.	Z.W.	Z.W.

Digitized by Google

i. URK, April 1888 — Juni 1888.

DATUM		Temperatuur van het zeewater Twee vadem diep.			Specifiek gewicht van het zeewater Twee vadem diep.			Wind		
		7 uur 's morg.	2 uur 's midd.	7 uur 's av	7 uur 's morg	2 uur 's midd.	7 uur 's avonds.	7 uur 's morg.	2 uur 's midd.	7 uur 's avonds.
1888. April	28	6.6	9.2	8.8	1.0108	1.0108	1.0106	W.	Z.W.	Z.W.
	29	7.4	9.4	8.6	1.0104	1.0108	1.0106	Z W.	Z.W.	Z.W.
	30	7.2	10.2	9.2	1.0092	1.0108	1.0106	Z.W.	N.O.	Z.O.
Mei	1	7.6	9.4	8.4	1.0106	1.0108	1.0108	Z.W.	Z.W.	Z.W.
	2	8.6	9.2	8.2	1.0106	1.0108	1.0106	W.	W.	W.
	3	8.2	9.2	8.6	1 0108	1.0106	1.0106	Z.W.	Z.W.	Z.W.
	4	8.4	9.6	8.8	1.0104	1.0106	1.0104	Z.W.	Z.W.	Z.W.
	5	8.4	9.4	8.8	1.0104	1.0106	1.0106	Z.W.	Z.W.	Z.W.
	6	8.2	9.8	9.2	1.0104	1.0104	1.0102	W.	W.	W.
	7	8.6	9 6	9.2	1.0104	1.0106	1.0104	Z.W.	Z.W.	Z.W.
	8	8.6	9.8	8.2	1.0106	1.0108	1.0108	Z.W.	Z.W.	Z.W
	9	8.6	10	9.4	1.0108	1.0106	1.0106	Z W.	N.W.	N.W.
	10	8.8	10.2	9.6	1.0104	1.0102	1.01	N.W.	N.W.	N.W.
	11	8.2	10.4	9.2	1.0106	1.0108	1.0106	N.W.	N.W.	N.W.
	12	8.8	10.8	9.2	1.0104	1.0106	1.0104	N.W.	N.W.	N.W.
	13	9.2	11.2	9.6	1.0104	1.0102	1.0102	Z W.	Z.W.	Z.W.
	14	8.8	10.8	9.2	1.0102	1.0102	1.0104	N.W.	N.W.	N.W.
	15	8.8	10.4	9.6	1.0104	1.0106	1.0104	Z.W.	N.O.	N O.
	16	8.4	10.6	9.2	1.0102	1.0104	1.0104	N O.	N.O.	N O.
	17	9.8	12.2	10.6	1.0102	1.01	1.01	Z.	Z.	Z.
	18	10.4	12.6	11.4	1.01	1.0102	1.01	Z.O.	Z O.	Z.O.
	19	10.6	13.2	11.6	1.01	1.0102	1.01	Z.O.	Z.O.	Z.O.
	20	11.4	13.4	12.4	1.0102	1.0102	1.0102	Z.O.	Z.O.	Z.O.
	21	11.6	13.6	12.2	1.01	1.0118	1.0118	Z.O.	Z.O.	Z.O.
	22	10.6	12.2	10.6	1.0106	1.0114	1.0114	W.	Z W.	O.
	23	11.6	13.8	12.6	1.0106	1.0118	1.0116	N.O.	N.O.	N O.
	24	11.8	13.4	12.6	1.0106	1.0114	1.0112	N.O.	N.O.	N O.
	25	12.2	14.2	13.4	1.0104	1.0112	1.0114	N.O.	N.O.	N.O
	26	13.2	15.2	14.6	1.0102	1.0112	1.011	W.	W.	W.
	27	13.4	15.4	14.2	1.0102	1.0116	1.0118	W.	W.	W.
	28	13.2	14.4	13.2	1.0106	1.0114	1.0116	N.O.	N O.	N.O.
	29	12.8	13.8	12.6	1.01	1.01	1.0102	N.O.	N O.	N.O.
	30	12.6	13.8	11.8	1.0102	1.0102	1.0102	Z.O.	Z.O	Z O.
	31	12.8	14.2	12.6	1.0102	1.0104	1.0102	W.	W.	W.
Juni	1	12.6	14.4	13.2	1.0102	1.01	1.0102	W.	W.	W.
	2	12.2	14.6	12.6	1.0112	1.0102	1.01	O.	O.	O.
	3	13.8	15.2	14.4	1.01	1.0102	1.0102	Z.W.	Z.W.	Z W.
	4	13.4	15.6	14.2	1.01	1.0102	1.0102	N.O.	N.	N.W.
	5	14.6	15.8	14.4	1.0102	1.0102	1.01	N.	N.	N.O.
	6	12.8	14.6	13.4	1.0108	1.0106	1.0106	N.O.	N.O.	N.O.

i. URK, Juni 1888 — Augustus 1888.

DATUM		Temperatuur van het zeewater $1^1/_2$ vadem diep.			Specifiek gewicht van het zeewater $1^1/_2$ vadem diep.			Wind		
		7 uur 's morg.	2 uur 's midd.	7 uur 's av.	7 uur 's morg.	2 uur 's midd.	7 uur 's avonds	7 uur 's morg.	2 uur 's midd.	7 uur 's avonds.
1888. Juni	7	13.4	14.6	13.2	1.0108	1.0106	1.0108	W.	W.	Z.
	8	13.8	15.6	14.2	1.009	1.009	1.0108	Z.O.	Z.O.	Z.
	9	15.6	16.6	16.2	1.009	1.0092	1.009	Z.W.	Z.W.	Z.W.
	10	14.4	16.2	15.6	1.009	1.0092	1.0092	W.	W.	W.
	11	15.8	17.2	16.2	1.009	1.0092	1.009	W.	W.	W.
	12	16.2	16.4	15.2	1.0096	1.0096	1.0098	W.	W.	W.
	13	15.6	16.2	14.6	1.0098	1.008	1.008	Z.W.	Z.Z.W.	Z.W.
	14	15.2	16.2	14.8	1.0098	1.0098	1.008	Z.Z.W.	Z.W.	Z.W.
	15	16.8	17.2	15.8	1.0084	1.0096	1.0088	Z.W.	Z.W.	Z.W.
	16	15.8	16.2	15.6	1.007	1.0072	1.007	N.O.	N.O.	N.O.
	17	15.8	16.6	15.4	1.007	1.0072	1.007	N.	N.	N.O.
	18	15.8	16.8	16.6	1.007	1.007	1.0088	N.W.	N.W.	N.W.
	19	15.6	17.2	15.6	1.0086	1.0082	1.0082	N.W.	N.W.	N.W.
	20	15.2	16.2	15.6	1.0084	1.0086	1.0082	Z.O.	N.	N.O.
	21	15.4	17.6	16.6	1.0088	1.0088	1.0088	N.O.	N.O.	N.O.
	22	15.8	16.8	15.6	1.0084	1.0086	1.0082	Z.O.	Z.O.	Z.O.
	23	16.2	17.8	16.8	1.0086	1.0084	1.0082	N.O.	Z.O.	Z.O.
	24	16.8	18.6	17.2	1.0084	1.0086	1.0084	Z.O.	Z.O.	Z.O.
	25	16.6	18.8	17.6	1.0082	1.0086	1.0086	Z.O.	N.O.	Z.O.
	26	17.2	19.6	17.2	1.0084	1.0082	1.0082	Z.O.	Z.O.	Z.O.
	27	17.4	19.2	17.8	1.0082	1.0082	1.0084	N.O.	N.O.	N.O.
	28	17.2	19	17.6	1.0086	1.0088	1.0088	N.O.	Z.W.	Z.W.
	29	17.2	17.8	17.2	1.0076	1.0074	1.0076	W.Z.W.	W.Z.W.	W.Z.W.
	30	17.2	15.8	15.6	1.007	1.0088	1.0086	W.Z.W.	W.Z.W.	W.Z.W.
Juli	1	15	16.2	16.2	1.007	1.0078	1.0074	W.Z.W.	W.Z.W.	W.Z.W.
	2	14	16.4	16.2	1.0074	1.0058	1.004	Z.W.	Z.	Z.Z.W.
	3	15.4	17	16.6	1.005	1.0056	1.0066	W.Z.W.	W.Z.W.	W.Z.W.
	4	15.6	16.4	16.8	1.0054	1.006	1.0068	W.Z.W.	W.Z.W.	W.Z.W.
	5	15.8	16.6	16.6	1.0052	1.0062	1.0066	Z.Z.W.	W.Z.W.	W.Z.W.
	6	16	16.8	17	1.0054	1.006	1.0068	Z.W.	W.Z.W.	W.N.W.
	7	15.2	16.6	15.2	1.0078	1.0078	1.0088	N.N.O.	N.N.W.	N.N.W.
	8	15	16.8	15.8	1.0082	1.0074	1.0084	W.Z.W.	W.N.W.	W.N.W.
	9	15.2	17.2	16.4	1.0088	1.0074	1.0086	Z.Z.W.	W.Z.W.	Z.W.
	10	14.8	16.6	16.2	1.0072	1.0078	1.0084	W.N.W.	N.W.	W.Z.W.
	11	13.4	14.2	13.8	1.0078	1.0066	1.0082	Z.	Z.Z.O.	Z.Z.O.
Aug.	20	14.6	15.6	14.8	1.0086	1.0088	1.0084	Z.O.	N.O.	N.O.
	21	15.2	16.8	15.2	1.0086	1.0084	1.0082	Z.O.	Z.O.	Z.O.
	22	15.4	16.6	15.6	1.0086	1.0088	1.0086	W.	Z.W.	Z.Z.W.
	23	16.2	17.6	16.6	1.0086	1.0086	1.0088	Z.W.	Z.W.	Z.W.
	24	16.2	17.8	16.6	1.0086	1.0088	1.0084	Z.O.	Z.O.	Z.O.

Digitized by Google

i. URK, Augustus 1888 — October 1888.

DATUM	Temperatuur van het zeewater 1½ vadem diep.			Specifiek gewicht van het zeewater 1½ vadem diep.			Wind		
	7 uur 's morg.	2 uur 's midd	7 uur 's av.	7 uur 's morg	2 uur 's midd.	7 uur 's avonds	7 uur 's morg.	2 uur 's midd	7 uur 's avonds
1888. Aug. 25	16.2	17.2	16.6	1.0082	1.0084	1.0084	W.	W.	W.
26	16.6	18.6	17.8	1.0086	1.0084	1.0086	W.	W.	W.
27	16.2	17.6	16.6	1.0088	1.0086	1.0086	Z W.	Z.W.	Z.W.
28	16.2	17.2	16.6	1.0086	1.0086	1.0086	W.Z W.	W.Z.W.	W Z.W.
29	16	16.8	16.6	1.0082	1.008	1.0088	W.	W.	W.
30	16.2	17.6	16.6	1.0084	1.0086	1.0084	Z.W.	Z.W.	Z.W.
31	16.4	16.8	16.8	1.0056	1.0056	1.0082	Z W.	Z.W.	W.
Sept. 1	15.8	16.4	15.6	1.0086	1.0084	1.0086	W.	W.	W.
2	15.4	16.2	16	1.0086	1.0084	1.0084	Z Z.W.	Z.Z.W.	Z Z.W.
3	15.6	17.2	16.2	1.0088	1.0086	1.0086	Z Z.W.	Z Z W.	Z Z.W.
4	15.2	17.8	17.2	1.007	1.0088	1.0086	Z W.	Z Z.W.	Z.W.
5	15	16.4	16	1.0086	1.0084	1.0086	Z W.	Z W.	Z.W.
6	15.2	16.6	15.8	1.0084	1.0086	1.0084	Z.W.	Z.W.	Z.W.
7	15	17.2	16.8	1.0082	1.0084	1.0082	Z W.	Z.W.	Z W.
8	15.6	16.6	15.8	1.0084	1.0086	1.0084	N.	N.W.	N W.
9	15.8	16.8	16	1.0084	1.0084	1.0086	O.	O.	O.
10	15.4	16.6	16	1.0084	1.0086	1.0084	Z W.	Z.W.	Z W.
11	15.6	16.6	16	1.0086	1.0088	1.0084	Z W.	Z.W.	Z.W.
12	15.8	17.2	17	1.0084	1.0082	1.0082	N.W.	N.W.	N.W.
13	16.2	17.6	17	1.0084	1.0084	1.0082	O.	O.	Z.O.
14	16.4	17.2	16.6	1.0082	1.0084	1.0084	O N.O.	O.N.O.	O.N.O.
15	16.6	17.6	17.2	1.0084	1.0084	1.0082	N.O.	O.	N O.
16	16.4	16.8	16.4	1.0084	1.0086	1.0084	W.	N.O.	N.O.
17	16.6	17.6	17	1.0084	1.0084	1.0086	N.O	N.O.	N.O.
18	16.4	17.6	17.2	1.0086	1.0088	1.0084	N O.	N O.	N O.
19	16.6	17.6	16.8	1.0084	1.0086	1.0086	N O.	O.N.O.	N O.
20	16.6	17.4	16.6	1.0086	1.0086	1.0084	O N O.	O N.O.	O.N.O.
21	15.8	17.2	16.2	1.0086	1.0084	1.0086	O N.O.	O.N O.	O N.O.
22	15.6	17.2	16.6	1.0088	1.0086	1.0086	N O.	N.O.	O N.O.
23	15.8	16.8	16.2	1.0084	1.0086	1.0086	N.O.	N.O.	N.O.
24	16.4	17.4	16.8	1.0084	1.0084	1.0084	N O.	W.	W.
25	16.2	17.2	16.4	1.0086	1.0086	1.0082	N O.	N.N.O.	N W.
26	13.2	16.4	15.8	1.0076	1.0078	1.008	N.N.O.	N.O	N.N O.
27	12.8	15.8	13.4	1.0078	1.0062	1.0078	N.N.O.	O.	N.O.
28	14.2	16	13.8	1.0074	1.0064	1.0078	Z.Z.O.	O.	N N.O.
29	13.8	14.6	13.6	1.0078	1.0076	1.0076	Z Z.W.	W.	W.
30	13.8	14.4	13.4	1.0074	1.0072	1.0076	W.Z.W.	W.Z.W.	W.Z.W.
Oct. 1	13.8	14.2	13.4	1.0074	1.0072	1.0076	W.	W.	W.
2	12.6	13.4	12.2	1.0076	1.0074	1.0076	Z O.	Z.O.	Z O.
3	10.8	11	10.6	1.0074	1.0072	1.0088	Z.Z.W.	Z.W.	W.Z.W.

Digitized by Google

g. URK, October 1888 — November 1888.

DATUM		Temperatuur van het zeewater 1½ vadem diep.			Specifiek gewicht van het zeewater 1½ vadem diep.			Wind		
		7 uur 's morg	2 uur 's midd.	7 uur 's av.	7 uur 's morg.	2 uur 's midd.	7 uur 's avonds.	7 uur 's morg.	2 uur 's midd.	7 uur 's avonds.
1888. Oct.	4	10.6	11.2	11	1.0088	1.0088	1.0088	Z.Z.W.	Z.Z.W.	W.Z.W.
	5	9.8	10.2	10.8	1.0088	1.0088	1.0088	W.	W.	W.
	6	9.2	10.4	9.2	1.009	1.0092	1.0092	W.	Z.W.	W.
	7	9.6	10.2	9.4	1.009	1.0092	1.0092	W.	W.	W.
	8	10	10.2	8.6	1.0108	1.0104	1.0098	N.	N.O.	O.
	9	8.8	10.6	9.4	1.0096	1.0094	1.0096	N.N.O.	N.O.	N.
	10	10	10.4	10.2	1.0094	1.0094	1.0096	N.	N.	N.
	11	10.6	10.6	10.4	1.009	1.009	1.0092	W.	N.W.	Z.W.
	12	10.4	10.4	10.4	1.0092	1.009	1.0094	W.Z.W.	Z.W.	W.
	13	10	10.4	9.4	1.0106	1.0104	1.0106	W.	N.W.	N.N.W.
	14	9.8	10.2	9.6	1.0108	1.0104	1.0106	N.W.	N.N.W.	N.W.
	15	9.6	9.8	9.4	1.0102	1.0108	1.0104	W.	W.N.W.	W.N.W.
	16	10	10.2	10	1.0082	1.008	1.0072	W.	W.	W.
	17	10	10.6	10	1.0082	1.008	1.0086	W.Z.W.	W. t. N.	W. t. N.
	18	9.8	10.2	8.8	1.0088	1.0082	1.0084	O.Z.O.	O.N.O.	N O. t O.
	19	8.2	9	7.6	1.0088	1.0086	1.0082	O.	O. t. Z.	O.Z.O.
	20	7.2	7.8	7.6	1.007	1.007	1.0088	Z.O.	Z.O.	O.
	21	7.6	8.2	7.8	1.0074	1.0076	1.0082	Z.Z W.	W.Z.W.	W. t. Z.
	22	8.4	8.4	8	1.0082	1.0084	1.0082	N.N.W.	N.N.W.	N.N.W.
	23	8.8	8.6	8.8	1.0088	1.0084	1.008	Z.Z.W.	Z.Z.W.	Z.W.
	24	8.2	8.8	8.2	1.0084	1.008	1.0084	Z. t. W.	Z. t. W.	Z.Z.W.
	25	8.2	8.8	8.8	1.0082	1.0084	1.0084	Z.	Z.	Z.
	26	9	9.8	10	1.0086	1.0084	1.0084	Z.Z.W.	Z.W.	Z.W.
	27	10	10.6	10.6	1.0084	1.008	1.0082	Z.Z.W.	W.Z.W.	W.Z.W.
	28	10.4	10.2	10.2	1.0084	1.008	1.0082	Z.Z.W.	Z.Z.W.	Z.Z.W.
	29	10.8	10.2	10.8	1.0082	1.008	1.0082	ZW.	Z.W.	W.Z.W.
	30	10.6	10	10.6	1.008	1.008	1.0086	W.Z.W.	O.	O.Z.O.
	31	10.4	10.6	10.4	1.0082	1.0084	1.0084	W.Z W.	Z.W.	Z.Z.W.
Nov.	1	10	9.8	9.6	1.0084	1.0084	1.0086	Z.	O.Z.O.	O.
	2	9.8	10	10.2	1.0084	1.0084	1.0084	O.	O.	O.N.O.
	3	9.6	9	8.6	1.0084	1.0084	1.0082	O.	O.	O.N.O.
	4	7.8	8	7.6	1.0086	1.0092	1.0084	O.	O.	O.
	5	5.6	6.4	5.6	1.0086	1.0094	1.0096	O.Z.O.	O.Z.O.	O.Z.O.
	6	2.6	3.6	2.4	1.0092	1.009	1.0096	O.	O.	O.
	7	0.2	1.6	0.8	1.0098	1.0084	1.0096	O.	O.	O.
	8	0	0.8	1	1.0094	1.007	1.0072	O.	O.	O.
	9	0.6	0.6	0.8	1.006	1.006	1.006	O.	O.	O.
	10	0.6	0.4	0.2	1.0072	1.0074	1.0084	O.	O.	O.
	11	0.4	0.2	0.6	1.007	1.0074	1.0082	O.	O.Z.O.	O.Z.O.
	12	1	1	0.6	1.0088	1.0082	1.007	O.	O.	O.

Digitized by Google

i. URK, November 1888 — December 1888.

DATUM	Temperatuur van het zeewater $1^1/_2$ vadem diep.			Specifiek gewicht van het zeewater $1^1/_2$ vadem diep.			Wind		
	7 uur 's morg.	2 uur 's midd.	7 uur 's av.	7 uur 's morg.	2 uur 's midd.	7 uur 's avonds.	7 uur 's morg.	2 uur 's midd.	7 uur 's avonds.
1888. Nov. 13	0	0.8	0	1.0086	1.007	1.007	O.	O.	O.Z O.
14	1.8	1.8	1.8	1.0072	1.007	1.007	O.Z.O.	Z.O.	Z.O.
15	3.4	2.8	2.4	1.007	1.007	1.0088	Z.	Z Z O.	Z.
16	3.8	4	4.2	1.0074	1.0074	1.0082	Z.Z.W.	Z.	Z.
17	4.6	4.8	5	1.0072	1.007	1.0086	Z.W.	Z.W.	Z.W.
18	4.8	5	5	1.0078	1.0076	1.0082	Z.W.	Z.W	Z.W.
19	5	5	5	1.0096	1.0098	1.0096	Z.W.	W.Z W.	W.Z.W.
20	5.2	5.2	5.2	1.0096	1.0092	1.0098	W.N.W.	W.	W.
21	5.2	5.6	5.2	1.0104	1.0116	1.0118	W.	W.N.W.	W.
22	5.2	5.6	6	1.0068	1.0062	1.0064	Z.W.	Z.W.	Z.W.
23	7	6.6	6.8	1.006	1.0062	1.0076	Z.W.	Z W.	Z.W.
24	7	7.8	7.6	1.0086	1.0088	1.0086	Z.Z W.	Z.W.	Z W.
25	7.2	7.4	7.8	1.0084	1.0088	1.0086	Z.W.	Z.W.	Z.W.
26	7.4	7.8	7.8	1.0084	1.0088	1.0098	Z.W.	W.Z.W.	W.Z.W.
27	7.2	7 4	7.8	1.0072	1.0076	1.0074	Z	Z.Z O.	Z Z.O.
28	7.2	7.2	7.4	1.0176	1.0076	1.0074	W. t. Z.	W Z.W.	W.Z.W.
29	6.4	6.6	6.8	1.0174	1.0078	1.0076	O.	O Z.O.	Z.O.
30	6 6	6.8	6.6	1.0176	1.0082	1.0082	Z Z O.	Z.	Z.
Dec. 1	6.6	6.8	6.8	1.0084	1.0084	1.0084	Z Z.W.	Z.W.	Z.Z.W.
2	6.8	7.4	7.2	1.0084	1.0086	1.0084	Z W.	Z W.	Z.Z.W.
3	7.2	7.6	7	1.0086	1.0088	1.0086	Z.	Z.	Z.
4	6.4	6.4	7	1.0086	1.0086	1.0084	Z Z.W.	Z Z W.	Z.Z.W.
5	7	6.8	6.8	1.0086	1.0088	1.0088	Z Z.W.	Z.	Z.
6	6.8	6.6	7.2	1.0086	1.0084	1.0084	Z.	Z Z.O.	W.Z.W.
7	6.4	6	5.8	1.0082	1.0084	1.0086	Z O.	Z O.	Z O.
8	5.4	6	5.8	1.0098	1.008	1.0082	Z.Z W.	Z.	Z.Z.O.
9	5.6	6	5.6	1.0098	1.0082	1.0084	W.Z W.	Z W.	W.
10	5.8	5.2	4.8	1.0096	1.008	1.0084	N.W.	N.	N.
11	4.6	4.8	5	1.0098	1.0082	1.0,098	W.N.W.	N.W.	N.W.
12	4	3.8	3.6	1.008	1.0082	1.0096	Z.O.	Z.O.	O.Z.O.
13	2.8	2.8	2.2	1.0082	1.0082	1.008	O.Z.O.	O.Z.O.	O.Z.O.
14	2.6	2.4	2.2	1.0096	1.0096	1.0096	Z.	Z.	Z.W.
15	3.8	4.2	3.8	1.0094	1.0096	1.0094	Z.W.	Z.W	Z.W.
16	4.2	4.6	4.6	1.0096	1.0094	1.0098	Z.W.	Z.W.	Z.W.
17	4.6	5	4.6	1.0096	1.0098	1.008	W.Z.W.	W.Z.W.	Z.W.
18	4.2	3.2	2.8	1.0098	1.0098	1.008	Z.Z.W.	Z.Z.W.	Z Z O.
19	3.6	3.4	3.2	1.0098	1.0098	1.0098	Z.W.	Z Z.W.	Z.
20	3.8	4	4	1.0098	1,0098	1.0096	Z.Z.O.	Z.Z.O.	Z.O.
21	4.4	4.6	3.4	1.0096	1.0096	1.0098	Z.O.	Z.O.	O.Z.O.
22	3.6	3.8	3.2	1.0096	1.008	1.008	O.Z.O.	O.Z.O.	O.Z.O

Digitized by Google

i. URK, December 1888.

DATUM	Temperatuur van het zeewater 1/2 vadem diep.			Specifiek gewicht van het zeewater $1^1/_2$ vadem diep.			Wind		
	7 uur 's morg.	2 uur 's midd.	7 uur 's av.	7 uur 's morg.	2 uur 's midd.	7 uur 's avonds.	7 uur 's morg.	2 uur 's midd	7 uur 's avonds.
1888. Dec. 23	3.4	3.8	3.4	1.0096	1.0092	1.0098	O Z.O.	O Z O.	O.Z.O.
24	3.2	3.6	3.4	1.0098	1.0094	1 0096	Z.Z.O.	Z.Z O.	Z.Z.O.
25									
26									
27	2.8	3.4	3.2	1.0096	1.0092	1.0098	O Z.O.	O.Z.O.	O.Z.O.
28	2.6	2.8	2.8	1.0094	1.0092	1.0096	O.Z.O	Z O.	Z.Z.O.
29	2.2	2.6	2.4	1.0092	1.0094	1.0094	Z.Z.O.	Z.	Z.Z.W.
30	2.2	2.4	2.2	1.0094	1.0096	1.0096	Z.W	W.	W.

Digitized by Google

j. WEMELDINGE, Juli 1886 — Juli 1887.

DATUM			Specifiek gewicht van het zeewater aan de oppervlakte.	
			Vloed	Ebbe
1886.	Juli	18		1.0215
		20		1.0212
		26	1.0217	1.022
	Augustus	3	1.022	1.022
		10	1.0204	1.0209
		17	1.0225	1.0222
		26	1.0216	1.0216
	September	1	1.0212	1.0216
		8	1.022	1.0219
		14	1.0212	1.0209
		21	1.022	1.0216
		28	1.0226	1.0228
	October	6	1.0226	1.0225
		12	1.0234	1.0234
		19	1.0224	1.0224
		26	1.024	1.024
	November	2	1.025	1.0248
		9	1.0238	1.0238
		16	1.0242	1.024
		23	1.024	1.0246
		30		1.0246
	December	7	1.025	1.0246
		11	1.0236	1.0254
		21	1.0234	1.0236
		28	1.0226	1.0226
1887.	Januari	4	1.0222	1.0226
		11	1.0222	1.0226
		18	1.0222	1.0228
		25	1.0224	1.0222
	Februari	1	1.0222	1.0228
		8	1.022	1.0222
		15	1.0224	1.0226
		22	1.0222	1.0226
	Maart	1	1.0224	1.0236
		8	1.0224	1.0226
		15	1.0226	1.023
		22	1.023	1.0234
		29	1.022	1.0222
	April	6	1.0222	1.0218
		12	1.02	1.02
1887.	April	19	1.0202	1.02
		26	1.0194	1.0196
	Mei	3	1.02	1.02
		10	1.02	1.0202
		17	1.021	1.0212
		24	1.0206	1.0206
		31	1.0194	1.0192
	Juni	7	1.0196	1.0194
		14	1.0194	1.0192
		21	1.0196	1.0194
		28	1.0196	1.0194
	Juli	5	1.02	1.0194
		12	1.019	1.019
		19	1.0194	1.0194

Digitized by Google

j. WEMELDINGE, Juli 1887 — October 1887.

DATUM		Temperatuur van het zeewater a. d. oppervlakte	Specifiek gewicht van het zeewater a./d.-oppervlakte.	Wind	DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind
		2 uur N.	2 uur N.	2 uur N.			2 uur N.	2 uur N.	2 uur N.
1887. Juli	22	20.4C	1.0202	W.N.W.	1887. Aug.	30	18.6C	1.0214	W.
	23	20	1.0204	N.N.W.		31	18.4	1.0214	W.Z.W.
	24	20.4	1.0204	W.	Sept.	1	18.2	1.0216	Z.W.
	25	19.4	1.0206	N.W.		2	17.8	1.0214	Z.W.
	26	20.4	1.0202	N.		3	17.8	1.0214	W.
	27	19.8	1.0206	W.		4	17.8	1.0216	W.
	28	20.4	1.0202	N.		5	17.8	1.0216	W.
	29	20.4	1.02	Z.Z.W.		6	17.6	1.0216	W.
	30	21	1.0204	N.W.		7	17.4	1.0218	W
	31	20.4	1.0204	W.		8	17.2	1.0218	W.
Aug.	1	21	1.0204	N.		9	17.4	1.0218	O.N.O.
	2	20.2	1.0206	N.N.W.		10	17.4	1.0218	Z.W.
	3	20.2	1.0208	N.		11	16.8	1.0218	N.W.
	4	20	1.0206	O.N.O.		12	16.2	1.022	W.
	5	20.2	1.0206	O.		13	16.2	1.022	W.
	6	20.4	1.0206	Z O.		14	15.4	1.022	Z.W.
	7	20.6	1.0208	N.W.		15	15.2	1.022	W.
	8	20.6	1.0208	W.		16	14.8	1.022	Z.W.
	9	20.2	1.021	N.W.		17	16.6	1.022	N.
	10	18.4	1.0212	N.W.		18	14.6	1.022	N.N.O.
	11	18.8	1.0214	N.W.		19	14.6	1.022	N.
	12	17.4	1.0214	W.		20	14.4	1.022	N.
	13	18.6	1.0214	N.N.W.		21	15	1.022	N.O.
	14	17.8	1.0216	N.		22	15.2	1.0218	O.N.O.
	15	18	1.0214	N.		23	14.6	1.0224	N.
	16	17.4	1.0216	N.O.		24	14.2	1.022	N.
	17	17.6	1.0212	Z.		25	14	1.0224	N.N.W.
	18	17.4	1.0216	N.N.W.		26	14	1.0226	Z W.
	19	17.4	1.021	N.W.		27	14	1.0226	Z W.
	20	17.4	1.021	N.		28	14	1.0226	Z Z.W.
	21	17.4	1.0216	N.		29	13.6	1.0226	Z Z W.
	22	18.2	1.0212	N.		30	13.6	1.0224	N.W.
	23	18.2	1.0214	O.	Oct.	1	13.8	1.0224	N.
	24	18.4	1.0212	O.Z O.		2	13.2	1.0226	N.W.
	25	18.8	1.0212	O.		3	13.6	1.0226	N.
	26	18.8	1.0208	Z.O.		4	13.4	1.0224	N N O.
	27	18.8	1.021	N.		5	13.2	1.0226	N.O.
	28	18.4	1.0212	Z.Z.W.		6	12.8	1.0226	N.W.
	29	18.8	1.0212	Z.W.		7	12.8	1.0228	Z.W.

Digitized by Google

j. WEMELDINGE, October 1887 — December 1887.

DATUM		Temperatuur van het zeewater a/d. oppervlakte	Specifiek gewicht van het zeewater a/d. oppervlakte	Wind	DATUM		Temperatuur van het zeewater a/d. oppervlakte	Specifiek gewicht van het zeewater a/d. oppervlakte	Wind
		2 uur N.	2 uur N.	2 uur N.			2 uur N.	2 uur N.	2 uur N.
1887. Oct.	8	12.8 C	1.0226	N.W.	1887. Nov	16	5.2 C.	1.0234	Z.Z.O.
	9	12.6	1.0226	W.		17	4.8	1.0236	O.
	10	12.4	1.023	N.W.		18	4.6	1.0234	Z O.
	11	11.8	1.023	N.W.		19	4.6	1.0234	Z.W.
	12	11	1.0232	N W.		20	4.8	1.0234	N.O.
	13	10.6	1.023	W.		21	5.2	1.023	W.
	14	10	1.023	N.W.		22	4.8	1.0234	O.
	15	9.4	1.023	N.		23	4.8	1.0236	O.
	16	9.6	1.023	N.		24	4.8	1.0236	O.
	17	9.8	1.023	N W.		25	4.8	1.0236	Z.W.
	18	9.8	1.023	N.W.		26	4.8	1.0234	Z.W.
	19	9.8	1.023	N.W.		27	5	1.0236	Z.W.
	20	9.4	1.023	N.W.		28	5.2	1.0234	Z.W.
	21	9.6	1.023	N.		29	5	1.0234	W.
	22	9.6	1.023	W.		30	5.2	1.0232	Z.W.
	23	9	1.023	Z.W.	Dec.	1	4.8	1.0232	Z.W.
	24	8.4	1.0232	N.W.		2	5.2	1.023	Z.W.
	25	8.4	1.0232	N.		3	5.2	1.0234	Z.W.
	26	8.6	1.023	Z W.		4	5	1.0236	Z.W.
	27	7.4	1.023	Z W.		5	5.2	1.0236	N.O.
	28	7.4	1.023	Z.W.		6	5	1.0236	Z.
	29	7.6	1.0228	Z.W.		7	4.8	1.0238	W.
	30	7.4	1.023	W.		8	4.6	1.0238	Z.Z.W.
	31	7.6	1.023	Z W.		9	5.2	1.0236	W.
Nov.	1	7	1.0228	Z W.		10	4.6	1.0235	N.W.
	2	7	1.0228	Z Z.W.		11	4.4	1.0238	Z.W.
	3	7	1.0228	Z Z W.		12	4	1.0233	Z.
	4	7	1.0228	Z W.		13	3.8	1.0238	Z.
	5	7.4	1.0228	Z.W.		14	4.2	1.0236	Z.
	6	7.6	1.023	Z W.		15	4.2	1.0236	Z.Z.W.
	7	7.2	1.0228	Z.O.		16	4.8	1.0236	Z.W.
	8	7	1.023	O N.O.		17	4.6	1.024	N.W.
	9	7.2	1.0228	Z		18	4.4	1.0238	W.
	10	7.4	1.023	O.		19	3.8	1.0236	W.
	11	7	1.023	N.O.		20	3.6	1.0234	W.
	12	6.8	1.0232	W.		21	3.6	1.0236	N.W.
	13	7	1.0232	N.W.		22	3.	1.0238	Z.O.
	14	6.4	1.0232	N.O.		23	3.2	1.0236	N.
	15	5.8	1.0232	N.O.		24	3.4	1.0238	N.

Digitized by Google

j. WEMELDINGE, December 1887 — Maart 1888.

DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind	DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind
		2 uur N.	2 uur N.	2 uur N.			2 uur N.	2 uur N.	2 uur N.
1887. Dec.	25	3.4 C.	1.0236	N.W.	1888. Febr.	2	— 0.1 C.	1.0226	O.
	26	2.6	1.0234	N.N.O.		3	— 0.2	1.0228	Z.W.
	27	2	1.023	N.		4	0.4	1.0226	W.
	28	1.2	1.023	N.N.O.		5	1	1.0228	N.W.
	29	1.2	1.0228	W.		6	1.2	1.0228	N.
	30	1	1.0228	O.		7	1.4	1.0226	N.N.W.
	31	0.6	1.023	Z.W		8	1.8	1.0228	N.W.
1888. Jan.	1	0	1.023	Z.O.		9	1.8	1.0226	N.
	2	0.6	1.0228	Z.		10	2	1.0224	W.
	3	1.2	1.0224	N.W.		11	2	1.0222	W.Z.W.
	4	1	1.0226	Z.Z.O.		12	2	1.0224	W.
	5	0.4	1.0226	Z W.		13	2	1.0224	Z.W.
	6	1	1.023	Z.W.		14	1.8	1.0222	Z.
	7	1.4	1.023	Z.W.		15	1.4	1.0226	O.
	8	1.6	1.023	W.		16	1.4	1.0224	N.O.
	9	2	1.0228	N.W.		17	0.8	1.0228	N.O.
	10	2	1.0228	Z.W.		18	0.8	1.0226	O.
	11	2	1.0228	N.W.		19	0.8	1.0228	O.N.O.
	12	2.2	1.0226	N.		20	0.8	1.0226	N.O.
	13	1.8	1.0228	O.		21	0.4	1.022	O.
	14	0.6	1.0224	O.		22	0.2	1.0224	O.
	15	0.6	1.0226	O.		23	— 0.4	1.0226	O.N.O.
	16	0.4	1.0226	O.		24	— 1	1.0224	O.
	17	0.4	1.0228	O.		25	— 1.2	1.0226	N.O.
	18	0.2	1.0228	O.		26	— 1	1.0226	N.O.
	19	0.4	1.0228	W.		27	— 0.4	1.0224	O.
	20	0	1.0228	Z.W.		28	— 1.4	1.0222	N.O.
	21	0.2	1.0226	Z.Z.W.		29	— 1.4	1 0216	N.O.
	22	1.4	1.0228	N.W.	Maart	1	— 1.6	1 0214	O.N.O.
	23	1.6	1.0226	N.W.		2	— 1.4	1.0214	N.W.
	24	1.4	1.0226	Z.W.		3	— 1	1.0218	N.N.W.
	25	1.8	1.0226	N.W.		4	— 1.2	1.0214	N.W.
	26	2	1.0228	W.		5	— 1.2	1.0202	N.W.
	27	1.8	1.0228	N.W.		6	0.2	1.0214	W.
	28	1.4	1.0228	N.		7	0.2	1.0218	W.Z.W.
	29	0.6	1.0226	N.O.		8	1	1.0218	W.
	30	0.2	1.0226	W.		9	1.6	1.022	W.Z.W.
	31	— 0.4	1.0226	Z.O.		10	2.6	1.0216	Z.W.
Febr.	1	— 0.6	1.0226	N O.		11	3	1.021	W.

Digitized by Google

j. WEMELDINGE, Maart 1888 — Mei 1888.

DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a. d. oppervlakte.	Wind	DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind
	2 uur N.	2 uur N.	2 uur N.		2 uur N.	2 uur N.	2 uur N.
1888. Maart 12	3 C	1.021	N.W.	1888. April 20	7.4C.	1.0182	Z.W.
13	2.6	1.0206	N.O.	21	8	1.018	N.
14	2.8	1.0214	Z.O.	22	8	1.018	O.
15	3.2	1.0212	Z.	23	8.4	1.0182	O.Z.O.
16	2.8	1.0206	W.	24	8	1.0184	N.O.
17	2.2	1.021	N.O.	25	8	1.0182	O.N.O.
18	1.8	1.021	N.O.	26	8	1.0184	N.N.O.
19	1.2	1.0212	O.N.O.	27	8.4	1.0184	W.
20	0.8	1.0204	N.O.	28	9	1.0178	N.W.
21	1.4	1.02	O N.O.	29	9.6	1.0174	W.
22	1.6	1.0194	W.	30	10	1.0174	Z.Z.O.
23	1.6	1.02	Z.Z.W.	Mei 1	10.4	1.0178	W.
24	2	1.0198	Z.W.	2	10.4	1.0174	Z.W.
25	2.4	1.0198	W.Z.W.	3	10	1.018	W.
26	2.6	1.02	Z.W.	4	10	1.0186	W.
27	3	1.02	Z.W.	5	10.4	1.0186	W.Z.W.
28	3.2	1.0194	Z.O.	6	10.8	1.0186	W.Z.W.
29	4	1.0192	Z.W.	7	12	1.0184	W.
30	4	1.0192	Z.W.	8	12	1.0186	W.
31	4	1.019	N.W.	9	12	1.0186	N.
April 1	4	1.0194	N. W.	10	11.8	1.0184	N.
2	4	1.0198	W.N.W.	11	11.8	1.019	N.
3	4.4	1.0194	N.	12	11.2	1.019	N.N.W.
4	4.8	1.0194	N.O.	13	12	1.019	W.
5	4.4	1.0192	N.O.	14	12	1.019	N.N.W.
6	4.4	1.0186	N.	15	12.2	1.0194	O.
7	4.8	1.0186	N.	16	13	1.0196	Z.
8	5	1.0186	N.N.O.	17	13	1.0198	Z.
9	4	1.0188	W.	18	14	1.0184	Z.
10	3.8	1.0182	N.	19	14.6	1.0186	Z.W.
11	4	1.0182	Z.W.	20	15	1.0184	W.
12	4.6	1.0184	N.W.	21	15.6	1.019	N.
13	5.2	1.0182	W.	22	14	1.0192	O.
14	6.8	1.017	W.	23	14.8	1.0194	O.
15	7	1.0174	O.	24	14	1.0196	N.O.
16	7	1.0176	N.W.	25	14	1.0196	N.
17	7	1.0176	Z.W.	26	13	1.0196	N.
18	7.6	1.0174	W.	27	13.2	1.0194	Z.
19	7	1.018	N.W.	28	14.2	1.0188	N.O.

Digitized by Google

j. WEMELDINGE, Mei 1888 — Augustus 1888.

DATUM		Temperatuur van het zeewater a. d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind	DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a. d. oppervlakte.	Wind
		2 uur N.	2 uur N.	2 uur N.			2 uur N.	2 uur N.	2 uur N.
1888. Mei	29	14 C.	1.0194	O.N.O.	1888 Juli	7	18 C	1.0206	N.
	30	14.2	1.0194	W.		8	17.8	1.0204	N.N O.
	31	14.4	1.0192	W.		9	18	1.0206	W.
Juni	1	15	1.02	N.N.W.		10	17	1.0208	N.N.W.
	2	15.2	1.0198	O.Z O.		11	16	1.0214	Z.
	3	16	1.0196	N.W.		12	15.6	1.0212	N.W.
	4	16.2	1.0198	N.N W.		13	16.4	1.0212	N.W.
	5	14.8	1.0198	N.O.		14	16	1.0214	N.W.
	6	15.6	1.0196	Z O.		15	16.4	1.021	O.N.O.
	7	16.4	1.0198	Z.		16	16.6	1.021	Z.Z.W.
	8	16.8	1.0194	Z.W.		17	17	1.0212	N.W.
	9	15.6	1.0202	Z Z W		18	17.2	1.021	N.W.
	10	16.4	1.0196	W.		19	16.6	1.021	N N.W.
	11	17.2	1.0192	N.		20	18	1.0212	N.W.
	12	17.2	1.0194	Z.		21	17.4	1.0212	W.
	13	16.8	1.0198	W.		22	18.6	1.021	Z.
	14	17	1.0196	W.		23	18	1.0206	W.Z.W.
	15	16.8	1.0204	W.		24	17.8	1.0204	Z.W.
	16	16.4	1.02	N.O.		25	18.2	1.0206	Z.Z W.
	17	16.2	1.02	N.		26	18.2	1.0206	W.Z.W.
	18	15	1.0208	N.N.W.		27	18.6	1.0208	Z.
	19	14.8	1.021	N.N.W.		28	17.8	1.0208	W.
	20	15.4	1.0206	Z O.		29	17.2	1.021	W.
	21	15.6	1.0204	N.O.		30	17.2	1.0208	Z.
	22	17	1.021	N.		31	17.4	1.0208	N.W.
	23	17.8	1.02	O.N.O.	Aug.	1	17.8	1.021	N.O.
	24	18.6	1.0196	O.		2	17.4	1.0208	W.
	25	19.4	1.0194	O.		3	18.2	1.021	N.N.O.
	26	19.4	1.0198	Z Z.W.		4	17.4	1.021	W.
	27	19.4	1.02	Z.		5	17	1.0208	N.
	28	19	1.02	W.Z.W.		6	16.2	1.021	N.W.
	29	18.6	1.021	W.		7	16.4	1.021	W.Z.W.
	30	18	1.0206	W.N.W.		8	17.8	1.0204	W.
Juli	1	16.6	1.021	N.W.		9	18.6	1.02	Z.
	2	17	1.021	Z W.		10	19.4	1.0198	Z.Z.W.
	3	16.4	1.0212	W.Z.W.		11	19.6	1.02	W.
	4	17	1.021	W.		12	19.6	1.0194	Z.
	5	17.4	1.0208	W.		13	18.6	1.02	W.Z.W.
	6	17.6	1.0206	W.		14	19	1.0204	N.W.

Digitized by Google

j. WEMELDINGE, Augustus 1888 — October 1888.

DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind	DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater. a./d. oppervlakte.	Wind
		2 uur N.	2 uur N.	2 uur N.			2 uur N.	2 uur N.	2 uur N.
1888. Aug.	15	17.4 C.	1.0204	O.N.O	1888. Sept.	23	17.6 C.	1.0214	O.
	16	18	1.0204	N.		24	17.8	1.021	Z.
	17	16.8	1.0208	N.N.O		25	17	1.021	N.O.
	18	16.6	1.0206	N N.O.		26	16.4	1.021	O.
	19	17.2	1.0208	N.		27	16.2	1.021	N O.
	20	17.2	1.021	Z O.		28	15.8	1.0214	O.
	21	16.8	1.021	Z.Z.W.		29	15	1.0216	W.
	22	17.2	1.021	W.		30	14	1.022	N.N.W.
	23	17.4	1.0208	Z.W.	Oct.	1	13.6	1.0224	N.W.
	24	18.4	1.0204	Z.Z O.		2	13.8	1.0224	Z O.
	25	17.6	1.0204	N.W.		3	13.4	1.0226	Z.W.
	26	18.2	1.0204	W.		4	13	1.0226	Z.W.
	27	18.2	1.0204	Z.W.		5	12.4	1.0224	W.
	28	18	1.0204	W.Z.W.		6	11.6	1.0224	W.N.W.
	29	17.4	1.0206	W.Z.W.		7	11.2	1.022	N.W.
	30	17.2	1.0208	W.Z W.		8	11	1.022	N.O.
	31	17	1.0208	N.W.		9	10.6	1.022	N N O.
Sept.	1	18	1.0208	N.N.O.		10	10.6	1.022	N.
	2	16.6	1.0208	Z W.		11	10.8	1.022	N.
	3	17	1.0208	W.		12	11	1.0218	W.
	4	17.2	1.021	W.		13	10.6	1.022	N.W.
	5	16.6	1.021	Z.W.		14	10.4	1.0224	N.
	6	16.8	1.021	W.Z.W.		15	10.2	1.0222	W.
	7	16.6	1.0212	W.		16	10.2	1.022	W.
	8	16	1.0212	N.		17	10.2	1.022	N.W.
	9	16.4	1.021	O.		18	10	1.022	O.
	10	16.2	1.021	W.		19	10	1.022	Z.O.
	11	16	1.021	W.		20	9.8	1.022	Z Z.O.
	12	16.6	1.0214	N.		21	9.6	1.0218	O.
	13	16.8	1.0218	N.O.		22	9.4	1.022	N.O.
	14	16.4	1.0218	O.		23	9.4	1.022	N.
	15	17	1.0214	Z.		24	9.4	1.022	Z W.
	16	16.6	1.0214	W.Z.W.		25	9.6	1.0216	Z.
	17	17	1.0216	N.		26	10	1.0218	Z.Z.W.
	18	17	1.0216	N O.		27	10	1.0218	Z.W.
	19	16.8	1.0212	O N.O.		28	10.2	1.0214	Z W.
	20	17	1.0212	O.		29	10.4	1.0216	Z W.
	21	17	1.0214	O.N.O.		30	10.2	1.0214	O.
	22	17.4	1.0214	N.		31	10.2	1.0216	W.

Digitized by Google

j. WEMELDINGE, November 1888 — Januari 1889.

DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind	DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind
	2 uur N.	2 uur N.	2 uur N.		2 uur N.	2 uur N.	2 uur N.
1888. Novemb. 1	10° C.	1.0216	O	1888. Dec. 10	6° C.	1.0228	N.
2	10.2	1.0214	O.N.O.	11	6	1.0226	N.W.
3	10	1.0214	O.	12	6	1.0228	O N O.
4	9.4	1.0216	O.	13	5	1.023	O.Z.O.
5	9	1.0216	O.Z O.	14	4.8	1.023	Z.
6	7.2	1.0218	O.	15	4.4	1.023	W.
7	5.8	1.0216	O.	16	4.4	1.0228	N.W.
8	5.4	1.0216	O.	17	4.4	1.0224	W.
9	5.2	1.0218	O.	18	4	1.022	Z.O.
10	4.4	1.0218	O Z.O.	19	4.2	1.0226	Z Z.O.
11	4.6	1.0216	O.Z.O.	20	4	1.022	Z Z.O.
12	5.2	1.0218	O.	21	4.2	1.0228	Z.
13	4.8	1.0222	Z O	22	4.6	1.0228	Z.
14	5	1.0222	Z	23	4.6	1.023	Z.
15	5.2	1.0222	Z Z.W.	24	4.8	1.023	Z Z.W.
16	5.8	1.022	Z W.	25	4.8	1.023	W.
17	6	1.0224	W.Z.W.	26	5	1.0234	W.
18	6.4	1.0226	W.	27	5	1.0236	Z.
19	6.6	1.0224	W.	28	4.8	1.024	Z.
20	6.4	1.0224	W.	29	4 4	1.023	Z.O.
21	6.4	1.0224	W N.W.	30	4.4	1.023	N.
22	6.6	1.0222	W.Z W.	31	4	1.0238	N O.
23	7	1.0224	W.	1889. Januari 1	2.4	1.023	O.
24	7.4	1.022	W.	2	1.4	1.0226	N O
25	7.4	1.022	Z W.	3	2	1.023	N.
26	7.4	1.022	W Z.W.	4	2	1.023	Z.O.
27	7.6	1.0222	Z	5	2	1.023	Z.O.
28	7.4	1.0218	Z.W.	6	2	1.0232	Z.
29	7	1.0218	O Z.O.	7	2.4	1.0234	Z.W.
30	7	1.0224	Z W.	8	2	1.0234	Z.
December 1	6.8	1.0224	Z. W.	9	2.6	1.024	Z.
2	7	1.022	Z.W.	10	2.6	1.0238	Z Z.O.
3	7	1.022	Z.W.	11	2.2	1.0236	O
4	6.4	1.0212	Z W.	12	1.8	1.0236	O.
5	6.4	1.0218	Z W.	13	1.6	1.0236	N.O.
6	6.8	1.0218	Z.	14	1.4	1.0236	O.N.O.
7	6.4	1.0216	Z Z O.	15	1.2	1.024	O.
8	6.4	1.021	Z Z.W.	16	1	1.0232	O.
9	6.2	1.022	N W.	17	0.8	1.0232	Z.

F *i*

j. WEMELDINGE, Januari 1889 — Maart 1889.

DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte	Wind
	2 uur N.	2 uur N.	2 uur N.
1889. Januari 18	1.2° C.	1.0234	Z.W.
19	2	1.0234	N.W.
20	2	1.0236	N.W.
21	1.8	1.0236	N.W.
22	2.2	1.0236	W.
23	2.2	1.0234	O.N.O.
24	2.4	1.024	N.W.
25	2.8	1.0244	N.W.
26	3.2	1.0244	W.
27	3	1.0244	W.
28	2.4	1.0246	N.W.
29	2.8	1.0246	Z.W.
30	3	1.0244	Z.W.
31	3.2	1.025	W.Z.W.
Februari 1	3.8	1.0244	Z.W.
2	3.8	1.0234	W.
3	3.6	1.0238	Z.W.
4	3	1.024	N.O.
5	2.6	1.0238	Z.W.
6	3	1.0238	N.W.
7	3	1.024	N.O.
8	2.8	1.024	Z.W.
9	2.8	1.0238	N.W.
10	1.8	1.0238	W.N.W.
11	1.4	1.0236	O.N.O.
12	0.8	1.024	N.O.
13	0.8	1.024	Z.
14	1.4	1.0238	W.
15	1.4	1.0238	N.W.
16	2.8	1.0238	W.N.W.
17	3.4	1.023	W.
18	3.8	1.0228	W.
19	3.6	1.0232	N.W.
20	3.6	1.0234	N.N.W.
21	3.4	1.0234	N.
22	3.6	1.0232	N.O.
23	2.4	1.0236	O.N.O.
24	2	1.0236	O.N.O.
25	2.2	1.0234	N.O.
1889. Febr. 26	2° C.	1.0234	O.N.O.
27	1.8	1.0232	O.
28	1.8	1.0228	O.
Maart 1	1.4	1.0224	O.
2	1.2	1.0224	O.
3	1.2	1.0218	O.
4	1	1.022	Z.O.
5	1.4	1.023	Z.O.
6	2	1.023	Z.Z.O.
7	1.6	1.0224	Z.Z.O.
8	2.6	1.0222	Z.
9	2.8	1.0224	W.Z.W.
10	3.2	1.0226	O.
11	3.2	1.0226	N.N.O.
12	3.6	1.0228	N.W.
13	3.6	1.0224	W.
14	3.4	1.0226	N.
15	2.8	1.022	N.O.
16	2.6	1.022	W.
17	3.4	1.0218	W.
18	4.4	1.0216	W.
19	4.8	1.0216	Z.
20	5	1.0214	Z.W.
21	4.8	1.0212	N.O.
22	4.8	1.0212	N.O.
23	5	1.0214	N.W.
24	5	1.0214	W.
25	5	1.0216	W.
26	5	1.0222	N.W.
27	4.8	1.0216	N.N.W.
28	5.4	1.0214	N.
29	5.6	1.021	N.W.
30	5.8	1.0214	N.W.
31	5.8	1.0212	N.W.

Digitized by Google

j. WEMELDINGE, April 1889 — Juli 1889.

DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.
1889.	2 uur N.	2 uur N.	1889.	2 uur N.	2 uur N.	1889.	2 uur N	2 uur N.
April 1	6.4°C	1.0214	Mei 10	14.8°C	1.0204	Juni 18	20° C	1.0208
2	5.8	1.021	11	14.8	1.02	19	20	1.0204
3	6	1,0212	12	14.6	1.0196	20	20.6	1.02
4	6.6	1,021	13	15	1.0196	21	21	1.0202
5	7	1.0208	14	15.4	1.0192	22	20.2	1.0208
6	6.6	1.0206	15	14.6	1.0198	23	20	1.021
7	7.8	1,0202	16	14.2	1.0198	24	20.6	1.021
8	7	1.0206	17	15	1.0198	25	20.6	1.0206
9	7.6	1.0208	18	14	1.0198	26	21	1.021
10	7.4	1,0204	19	14.8	1.0194	27	21	1.0208
11	8	1.0206	20	14.2	1.0196	28	21.4	1.021
12	7.6	1,0204	21	16	1.0194	29	21.6	1.0212
13	8.4	1.0204	22	18.2	1.0196	30	21.6	1.0214
14	8.4	1.0204	23	19	1.0196	Juli 1	21.6	1.0216
15	7.8	1.0202	24	19.6	1.0188	2	21	1.0218
16	8	1,0204	25	19.4	1.018	3	20.2	1.0214
17	8	1.0204	26	19.2	1.0196	4	21	1.021
18	8	1.0204	27	19.2	1.019	5	21	1.021
19	10	1.0204	28	18.4	1.0196	6	20.6	1.021
20	9.8	1.02	29	18	1.02	7	20.2	1.0214
21	9.8	1.0198	30	18	1.0204	8	19.8	1.0214
22	9.8	1.0198	31	18.4	1.02	9	21	1.0214
23	9.6	1.0202	Juni 1	19.8	1.0202	10	21.4	1.021
24	9.4	1.0208	2	21.6	1.0202	11	21	1.0212
25	9.8	1,0206	3	19.4	1.02	12	20.4	1.0214
26	10	1.0202	4	19.4	1.02	13	20.6	1.0216
27	11	1.019	5	18.6	1.0202	14	20	1.0214
28	11.6	1.019	6	19.8	1.02	15	19.4	1.0214
29	12	1.019	7	20.6	1.02	16	19.2	1.0216
30	11.6	1.0194	8	19.6	1.0202	17	18.6	1.0216
Mei 1	11.6	1.0194	9	20	1.02	18	19	1.0214
2	11.8	1.0198	10	19.8	1.0202	19	20	1.0216
3	12.8	1.0196	11	20	1.02	20	19.4	1.0216
4	13.2	1 0196	12	20.4	1.02	21	19	1.0216
5	15	1.0198	13	21	1.0204	22	18.4	1.0214
6	14.6	1.0198	14	21.6	1.02	24	18	1.0214
7	14.6	1.0196	15	20.6	1.0196	24	18.4	1.0216
8	15	1.0126	16	20.8	1.02	25	18.2	1.0216
9	15.4	1.02	17	26.0	1.02	26	18	1.0214

j. WEMELDINGE, Juli 1889 — November 1889.

DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a. d. oppervlakte.	DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a. d. oppervlakte.	DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.
1889.		2 uur N.	2 uur N	1889.		2 uur N.	2 uur N.	1889.		2 uur N.	2 uur N.
Juli	27	17.6°C	1.0216	Sept.	4	18.2°C.	1.021	Oct.	13	11.2°C.	1.0228
	28	17	1.0214		5	18.6	1.0216		14	11.2	1.0228
	29	18	1.0214		6	18	1.022		15	11	1.0228
	30	19	1.021		7	17.6	1.022		16	11	1.0228
	31	19.8	1.021		8	18	1.022		17	11	1.023
Aug.	1	20.2	1.021		9	18.4	1.0222		18	12	1.023
	2	20	1.0208		10	18.4	1.0224		19	11.8	1.023
	3	20.2	1.021		11	18.4	1.0228		20	10.8	1.0228
	4	20	1.021		12	18	1.0226		21	10	1.0226
	5	19.6	1.0214		13	16.8	1.0228		22	10.2	1.023
	6	19	1.0216		14	16	1.0224		23	10.6	1.023
	7	19	1.0216		15	15.4	1.0224		24	10	1.0226
	8	19.4	1.0212		16	15.4	1.0228		25	10	1.0226
	9	19.6	1.0214		17	15	1.0228		26	9.6	1.0228
	10	19 2	1.0212		18	15	1.0226		27	10	1.0226
	11	19	1.021		19	14.8	1.0296		28	10	1.0226
	12	18.6	1.0212		20	14.4	1.0228		29	10.4	1.0228
	13	18	1.021		21	14	1.023		30	10	1.023
	14	18.4	1.0214		22	14.2	1.023		31	9.6	1.023
	15	18.4	1.021		23	13.8	1.0232	Nov.	1	9.8	1.0228
	16	18.6	1.021		24	13.4	1.023		2	9.6	1.0228
	17	18.4	1.0212		25	12.8	1.023		3	9.4	1.023
	18	18.6	1.0214		26	12.8	1.023		4	9.4	1.023
	19	18.6	1.0208		27	12.6	1.0228		5	9.2	1.0228
	20	18.6	1.021		28	12.6	1.023		6	9.2	1.0228
	21	17	1.021		29	12.4	1.0228		7	9.8	1.0226
	22	16.8	1.0214		30	12	1.0228		8	9.8	1.0226
	23	17	1.0216	Oct.	1	12.6	1.0228		9	9.8	1.0224
	24	17	1.0214		2	12.6	1.0228		10	9.6	1.0224
	25	16.8	1.0214		3	12.6	1.0228		11	9.4	1.0228
	26	16.8	1.0214		4	12.2	1.023		12	9	1.0228
	27	17.6	1.0212		5	12.4	1.0232		13	8.6	1.0228
	28	17.6	1.0208		6	12.2	1.023		14	8.2	1.023
	29	18	1.021		7	12	1.023		15	8	1.023
	30	18.6	1.0208		8	12.2	1.023		16	8	1.0228
	31	19.4	1.0208		9	12	1.023		17	8.2	1.023
Sept.	1	19.6	1.021		10	11.4	1.0228		18	8.4	1.023
	2	19	1.0214		11	11.2	1.0224		19	7.6	1.023
	3	17.6	1.0208		12	11.2	1.0228		20	7.2	1.0232

j. WEMELDINGE, November 1889 — Maart 1890.

DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte	DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a. d. oppervlakte.
1889.	2 uur N.	2 uur N.	1889.	2 uur N.	2 uur N.	1890.	2 uur N.	2 uur N.
Nov. 21	6.4° C	1.0234	Dec. 30	2.2° C.	1.0238	Febr. 7	3° C	1.0218
22	6.4	1.0236	31	2	1.024	8	3	1.0212
23	6.6	1.0236	1890. Jan. 1	1.4	1.024	9	2.6	1.0214
24	6.4	1.0234	2	0.8	1.024	10	2.3	1.021
25	6.2	1.023	3	1.2	1.0236	11	2.4	1.021
26	6.4	1.023	4	1.4	1.0236	12	2	1.0214
27	6	1.023	5	2.4	1.0236	13	2	1.021
28	5.8	1.0228	6	2.3	1.0236	14	3	1.0214
29	5.4	1.0236	7	3	1.0234	15	3.2	1.0212
30	4.8	1.023	8	3.2	1.023	16	3.2	1.0216
Dec. 1	4.2	1.0236	9	3.4	1.023	17	2.8	1.0216
2	3.8	1.0238	10	3.6	1.023	18	3	1.0216
3	2.4	1.0232	11	3.6	1.0232	19	2.6	1.021
4	3.2	1.0232	12	3.6	1.023	20	2.8	1.021
5	3	1.0234	13	3.8	1.0232	21	3	1.0206
6	2.4	1.0234	14	3.6	1.023	22	3	1.021
7	2.2	1.0234	15	3.8	1.0232	23	2.4	1.021
8	2	1.0232	16	3.8	1.0234	24	3	1.021
9	2.6	1.0232	17	4	1.0234	25	2.4	1.0212
10	3	1.0228	18	3.8	1.0234	26	3	1.0216
11	3	1.023	19	3.6	1.0232	27	3.2	1.022
12	3	1.0228	20	4	1.0236	28	2.2	1.0222
13	2.6	1.0232	21	4.4	1.0236	Maart 1	3	1.0216
14	2.2	1.023	22	4.2	1.0234	2	1.4	1.0216
15	2	1.0223	23	4.6	1.023	3	0.3	1.0216
16	2	1.0224	24	4.6	1.023	4	1	1.022
17	2	1.0226	25	4.8	1.023	5	1.6	1.022
13	2.4	1.022	26	4.6	1.0226	6	2.4	1.022
19	2	1.0224	27	5.2	1.0226	7	3	1.0218
20	2.6	1.0228	28	5.4	1.023	8	3.4	10022
21	2.8	1.023	29	4.8	1.0234	9	3	1.0216
22	2.8	1.023	30	5	1.023	10	3	1.021
23	3	1.0232	31	4.8	1.0228	11	4.2	1.021
24	3.6	1.0234	Febr. 1	4.6	1.023	12	4.2	1.021
25	3.6	1.0234	2	4.2	1.0226	13	4	1.0216
26	3.2	1.0232	3	3.8	1.022	14	4.8	1.0216
27	2.8	1.0232	4	3.2	1.0214	15	5.2	1.0218
28	2.4	1.0236	5	3.2	1.0214	16	5.2	1.0218
29	2.4	1.0288	6	3	1.022	17	5.6	1.0222

j. WEMELDINGE, Maart 1890.

DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a. d. oppervlakte.	DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a. d. oppervlakte.	DATUM	Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.
1890.	2 uur N.	2 uur N.	1890.	2 uur N.	2 uur N.	1890.	2 uur N.	2 uur N.
Maart 18	5.4°C.	1.0224	Maart 23	6.2°C.	1.0216	Maart 28	8.4°C.	1.0216
19	5	1.0222	24	6	1.0218	29	8.6	1·0214
20	5.4	1.022	25	6.4	1.0216	30	9	1.0218
21	6	1.0218	26	7.2	1.0216	31	8.6	1.022
22	6	1.0216	27	8	1.0214			

Digitized by Google

k. YMUIDEN, Februari 1888 — Maart 1888.

DATUM			Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind 7 uur 's morg.	Wind 2 uur 's midd.	TOELICHTINGEN
			2 uur N.	2 uur N.			
1888.	Februari	7	3° C	1.0092			
		8	3.6	1.013			
		9	3.2	1.0084			
		10	3.6	1.008			
		11	3.6	1.007			
		12	3	1.006			
		13	3.4	1.0138			
		14	3.8	1.02			
		15	3	1.0026			
		16	3.8	1.02			
		17	3	1.0174			
		18	2.2	1.0166			
		19	2.6	1.015			
		20	1.6	1.022			
		21	0.4	1.0218			
		22	0.8	1.021			
		23	— 0.8	1.0226			
		24	0.4	1.0232			
		25	— 0.2	1.0228			
		26	— 1.2	1.0242			
		27	0.6	1.0242			
		28	0.6	1.0232			
		29	— 0.4	1.0214			
	Maart	1	0.8	1.0204	N.O.	N O.	
		2	1	1.024	N.W.	W.N.W.	
		3	1	1.0222	N.W.	N.W.	
		4	1	1.0254	W.	W.	
		5	2	1.0224	N.W.	N.W.	
		6	1.6	1.024	Z.W.	Z W.	
		7	3.6	1.0152	W.Z.W.	W.Z.W.	voormiddag spuijen.
		8	3.4	1.0114	Z.W	Z.W.	vorige dag 's avonds gespuid.
		9	3.8	1.008	Z.W.	Z.W.	voormiddag spuijen.
		10	5	1.0104	Z.W.	Z.W.	" "
		11	4	1.0186	Z.O.	Z.W.	
		12	3.2	1.0136	Z.W.	N.W.	's nachts gespuid.
		13	3.2	1.002	N.O.	N.O.	spuijen.
		14	— 0.4	1.0026	O.	O.	spuijen.
		15	— 0.8	1.0204	O.	O.	
		16	— 0.2	1.013	Z.O.	Z.W.	

Digitized by Google

k. YMUIDEN, Maart 1888 — April 1888.

DATUM		Temperatuur van het zeewater a. d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind		TOELICHTINGEN
				7 uur 's morg.	2 uur 's midd.	
		2 uur N.	2 uur N.			
1888. Maart	17	0.4° C.	1.0164	O.N.O.	O.N.O.	
	18	— 2.2	1.0222	N.O.	N.O.	
	19	— 1.8	1.0214	N.O.	N.O.	
	20	— 2.2	1.0214	N.O.	N O.	's nachts gespuid.
	21	— 0.2	1.0204	N.O.	O.N O.	
	22	3.4	1.0212	Z.W.	Z.W.	
	23	3.4	1.0144	Z.W.	Z.	's nachts gespuid.
	24	3.6	1.0084	Z W.	W.Z.W.	voormiddags gespuid.
	25	3.4	1.009	Z.Z.W.	Z.Z.W.	„ „
	26	3.4	1.0164	Z.W.	Z.W.	
	27	4.4	1.0032	Z.W.	Z.W.	voormiddags gespuid.
	28	7.6	1.0022	Z.O.	O.Z O.	„ „
	29	6	1.0118	Z.W	Z W.	afgeloopen nacht gespuid.
	30	4.6	1 0102	Z.	Z.W.	„ „ „
	31	5.2	1 0082	N.W.	Z.W	„ „ „
April	1	6.2	1.0064	N.W.	N.W.	„ „ „
	2	4.8	1.0072	W.	W.	„ „ „
	3	5.4	1.011	N.W.	N.W.	„ „ „
	4	8	1.008	W.	W.Z.W.	„ „ „
	5	6.4	1.019	O.N.O.	O.N.O.	voormiddags gespuid.
	6	5.6	1.009	N.N.O.	N.N.O.	„ „
	7	6	1.02	N.	N.	
	8	4.8	1.023	N.O.	N.O.	
	9	6	1.0184	N.O.	N.	
	10	5	1.0164	N.	N.	
	11	4.6	1.0216	Z.Z.W.	Z.W.	
	12	8	1.012	N.W.	N.W.	afgeloopen nacht gespuid.
	13	8.6	1.0128	Z.Z.O.	Z Z.W.	„ „ „
	14	12.6	1.0124	Z.W.	Z W.	„ „ „
	15	10.4	1.0178	O.	O.	
	16	8.4	1.018	Z.W.	Z.W.	
	17	8.6	1.0192	Z.Z.O.	Z.W.	
	18	7.6	1.0204	Z.W.	Z.W.	
	19	8.8	1.0168	Z.W.	Z.W.	
	20	11	1.0184	Z.W.	Omloopend.	
	21	7.6	1.017	N.W.	Z.W.	
	22	11.8	1.0068	O.	N.	voormiddags gespuid.
	23	7.8	1.0216	N.O.	N.O.	
	24	6.4	1.0224	N.O.	N.O.	

Digitized by Google

k. YMUIDEN, April 1888 — Juni 1888.

DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind 7 uur 's morg.	Wind 2 uur 's midd.	TOELICHTINGEN
		2 uur N.	2 uur N.			
1888. April	25	8.2° C.	1.022	N.N.O	N.N.O	
	26	8.4	1.02	N.	N.N.W.	
	27	6.8	1.0138	Z.W.	Z.W.	voormiddags gespuid.
	28	11	1.0152	W.	W.	
	29	8.2	1.0186	Z.W	Z W.	
	30	10.4	1.018	Z O.	Z.O.	
Mei	1	9.2	1.022	Z.W.	Z W.	
	2	11	1.0196	Z.W.	Z.W.	
	3	10.2	1.0194	Z W.	Z.W.	
	4	8.6	1.0168	Z.W.	W.	
	5	10.2	1.0164	Z.W.	Z.W.	
	6	11	1.0152	Z.W.	Z.W.	
	7	10.8	1.0158	Z.W.	Z.W.	
	8	10	1.017	Z.W.	Z.W.	
	9	11.8	1.015	N.	N.	
	10	12.2	1.0156	N.	N.	
	11	11.6	1.0114	N.	N.	
	12	11.4	1.015	N.N.W.	N.N.W.	
	13	11.2	1.0172	Z.W.	Z.W.	
	14	11.4	1.0194	N.N.W.	W.N.W	
	15	12.6	1.0172	W.	N.	
	16	12.6	1.0194	Z.O.	Z.	
	17	14	1.0184	Z.	Z.	
	18	14.2	1.0194	Z.	O.	
	19	16.4	1.0196	Z.O.	Z.O.	
	20	15	1.0192	W.	Z.W.	
	21	16.8	1.0156	N.N.W.	N.W.	
	22	15	1.02	N O.	N.O.	
	23	14	1.0212	N.O.	N O.	
	24	13.2	1.0182	N.	N.	
	25	12.6	1.0186	N	N.	
	26	12.6	1.016	N W.	N.W.	
	27	13.8	1.017	W.	W.	
	28	14	1.02	Z.O.	N.W.	
	29	12.4	1.0202	N.O.	N.O.	
	30	12.4	1.021	Z.O.	Z.W.	
	31	13	1.0216	Z.W.	Z.W.	
Juni	1	12.8	1.0208	Z.W.	W.	
	2	14.6	1.0206	Z O.	O.	

k. YMUIDEN, Juni 1888 — Juli 1888.

DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater. a./d. oppervlakte	Wind		TOELICHTINGEN
				7 uur 's morg.	2 uur 's midd	
		2 uur N.	2 uur N.			
1888. Juni	3	16.8° C.	1.0212	Z.O.	Z.	
	4	15	1.021	Z.W.	Z.W.	
	5	14.2	1.0212	N.O.	N.O.	
	6	13.4	1.0208	O.	O.	
	7	14	1.021	Z.W.	Z.W.	
	8	16	1.0204	Z.W.	Z.W.	
	9	15.8	1.0196	Z.W.	Z.	
	10	16	1.0204	N.W.	W.	
	11	16.8	1.021	Z.	N.W.	
	12	17.2	1.0192	Z.	Z.O.	
	13	15	1.0214	N.W.	Z.W.	
	14	15.4	1.0214	Z.Z.W.	Z.W.	
	15	16	1.019	Z.W.	Z.W.	
	16	15.4	1.0196	N.O.	N.	
	17	15.2	1.0184	N.	N.	
	18	14.4	1.019	N.W.	N.W.	
	19	14	1.0206	N.	N.	
	20	15.2	1.021	Z.O.	N.O.	
	21	17	1.021	N.O.	N.O.	
	22	16.4	1.0212	O.N.O.	O.N.O.	
	23	20	1.0212	O.N.O.	N.O.	
	24	20	1.0212	O.Z.O.	O.Z.O.	
	25	20.6	1.0196	O.N.O.	O.N.O.	
	26	19	1.0226	Z.W.	Z.W.	
	27	19.4	1.0188	Z.O.	N.	
	28	16.4	1.0226	Z W.	Z.W.	
	29	14	1.0214	Z.	Z.	
	30	14.4	1.0214	W.	W.	
Juli	1	14.8	1.02	N.W.	N.W.	
	2	16.8	1.0204	Z W.	Z.W.	
	3	16.4	1.0206	Z.W.	W.Z.W.	
	4	16.6	1.018	Z.W.	Z.W.	
	5	16.8	1.017	Z.W.	Z.W.	
	6	16.8	1.018	Z.W.	W.Z.W.	
	7	17.4	1.018	N.	N.	
	8	16	1.0164	N.W.	W.N.W.	
	9	16.4	1.0196	Z.W.	Z.W.	
	10	14	1.019	N.W.	W.	afgeloopen nacht gespuid.
	11	14.4	1.02	Z.O.	Z.W.	

Digitized by Google

k. YMUIDEN, Juli 1888 — September 1888.

DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind		TOELICHTINGEN
				7 uur 's morg	2 uur 's midd.	
		2 uur N.	2 uur N.			
1888. Juli	12	14.6° C.	1.0208	N.W.	N.W.	
	13	15.6	1.0156	N.W.	N.W.	afgeloopen nacht gespuid.
	14	18	1.011	N.	N.	" " "
	15	16	1.0104	N.	N.W.	" " "
	16	16	1.018	Omloo-	pead	
	17	16.4	1.012	Z.	Z.W.	voormiddags gespuid.
	18	18 6	1.0122	N.W.	N.W.	" "
	19	16	1.017	N.	N.W.	
	20	18	1.0114	N.W.	W.	voor- en namiddags gespuid.
	21	16.4	1.0154	Z.W.	Z.W.	
	22	19	1.012	Z.W.	Z.W.	afgeloopen nacht gespuid.
	23	18.2	1.0148	Z.	Z.W.	
	24	18	1.017	Z.W.	Z.W.	
	25	18.6	1.0156	Z.W.	Z.W.	
	26	18.2	1.0126	Z.W.	Z.W.	afgeloopen nacht gespuid.
	27	18	1.014	Z.W.	Z.W.	
	28	18.2	1.0126	Z Z.W.	W.	afgeloopen nacht gespuid.
	29	17.6	1.010	W.N.W.	W.	" " "
	30	16.4	1.013	Z.Z.O.	W.	" " "
	31	17.2	1.0108	W.N.W.	N.	" " "
September	1	17.6	1.0162	Z.Z.W.	Z.Z.W.	
	2	15.4	1.021	Z.Z.W.	Z Z W.	vorigen dag namidd. gespuid.
	3	16.6	1.009	Z.W.	Z.W.	" " " "
	4	17.4	1.015	Z W.	Z W.	afgeloopen nacht gespuid.
	5	16.6	1.0066	Z.W.	Z.W.	voormiddags gespuid.
	6	16.6	1.011	W.	W.	afgeloopen nacht gespuid.
	7	16.4	1.0114	N.	N.	" " "
	8	16	1.0134	N.O.	N.O.	" " "
	9	16.2	1.0152	Z O.	Z.Z.W.	" " "
	10	16.4	1.0146	W.N.W.	W.N.W.	" " "
	11	15.4	1.0134	W.Z.W.	W.	" " "
	12	17.2	1.016	O.	O.	
	13	16.2	1.02	O N.O.	O.N.O.	
	14	17	1.021	O.	O.	
	15	17.8	1.02	W.	N.W.	
	16	16.2	1.0166	N.N O.	N N O.	
	17	17.4	1.019	O N.O.	O.N O	voormiddags gespuid.
	18	17.4	1.021	N.N.O.	N.N.O.	
	19	16.8	1.0216	O.	O.	

Digitized by Google

k. YMUIDEN, September 1888 — October 1888.

DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind		TOELICHTINGEN
				7 uur 's morg.	2 uur 's midd.	
		2 uur N.	2 uur N.			
1888. September	20	16.6° C.	1.019	O.N.O.	O.N.O.	
	21	16.8	1.0192	O.N O.	O.N.O.	afgeloopen nacht gespuid.
	22	18	1.02	O.	O.	
	23	17.2	1.021	O.	N.	
	24	18	1.02	N.	N.	
	25	15	1.022	O.N.O.	O.N.O.	
	26	15.4	1.0186	N.N.O.	N.N.O.	afgeloopen nacht gespuid.
	27	14.8	1.02	N N O.	N.N O.	
	28	14.8	1.0216	N.N.O.	N.N.O.	
	29	14.8	1.023	Z Z.O	Z.Z W.	
	30	13.2	1.0226	W.N.W.	N.W.	
October	1	11.8	1.023	W.	N.N.W.	
	2	11.6	1.0224	Z.Z O.	Z.Z.O.	
	3	10.4	1.018	Z W.	Z.W.	
	4	11	1.0154	Z W.	Z.W.	
	5	11	1.0196	W.Z.W.	W.	
	6	9.2	1.0188	W.Z.W.	W.	
	7	9.6	1.0088	W.N.W.	N.N.W.	gespuid.
	8	11.6	1.021	N.	N.O.	
	9	11	1.015	N O.	N.O.	
	10	11	1.01	N.	N.W.	spuijen tijdens de waarneming.
	11	11.6	1.0094	N.W.	N.W.	" " " "
	12	11.2	1.01	Z.W.	Z.W.	's nachts gespuid.
	13	10.8	1.0116	W.N.W.	W.N.W.	voormiddags gespuid.
	14	10.2	1.012	W.N.W.	W.N.W.	" "
	15	10	1.0102	W N.W.	W.N.W.	" "
	16	10.2	1.012	W.N.W.	W.N.W.	" "
	17	11.6	1.013	Z.O.	Z.W.	
	18	11.2	1.0162	Z.O.	O.	
	19	10.8	1.0198	O.	O.	
	20	10.8	1.021	O.	O.	
	21	10.4	1.0186	O.	O.	
	22	10.2	1.017	N.W.	N.W.	
	23	10	1.0128	Z.W.	Z.W.	's nachts gespuid.
	24	10.4	1.0188	Z.W.	Z.W.	
	25	10.6	1.018	Z.	Z.	
	26	11.4	1.0114	Z.W.	Z.W.	's nachts gespuid.
	27	12.6	1.0156	Z.W.	Z.W.	
	28	12.2	1.0128	Z.W.	Z.W.	voormiddags gespuid.

Digitized by Google

k. YMUIDEN, October 1888 — December 1888.

DATUM			Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Speciek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind		TOELICHTINGEN
					7 uur 's morg.	2 uur 's midd.	
			2 uur N.	2 uur N.			
1888.	October	29	12.4°C.	1.016	Z W.	Z.W.	
		30	10.6	1.0104	Z.W.	O.	voormiddags gespuid.
		31	11.2	1.0092	Z.W.	Z.O.	„ „
	November	1	11.4	1.0156	Z.O.	Z.O.	
		2	12.4	1.0058	Z O.	N.O.	voormiddags gespuid.
		3	10.4	1.0208	O.	O.	
		4	9.8	1.021	O.	O.	
		5	9.2	1.0196	O.	O.	
		6	7.4	1.0214	O.N.O.	O.N.O.	
		7	5	1.0216	O.	O.	
		8	2.4	1.021	O.	O.	
		9	4.2	1.021	O.	O.	
		10	3.6	1.0214	O.	O.	
		11	2.6	1.0218	Z.O	Z.O.	
		12	3.4	1.0226	Z.O.	Z.O.	
		13	4.4	1.0222	Z.O.	Z.O.	
		14	6.2	1.0212	Z.O.	Z.O.	
		15	6.4	1.022	Z.Z.W.	Z.Z.W.	
		16	9	1.0214	Z.W.	Z.W.	
		17	7.2	1.0134	Z.W.	Z.W.	's nachts gespuid.
		18	6.8	1.0146	W.	Z.W.	„ „
		19	8.8	1.0156	Z.W.	Z.W.	„ „
		20	7.6	1.018	W.N.W.	W.	
		21	7	1.02	W.N.W.	W.N.W.	
		22	7.8	1.02	Z.W.	Z.W.	
		23	8.2	1.0096	Z.W.	Z.W.	spuijen tijdens de waarneming.
		24	8.4	1.014	Z W.	Z.W.	
		25	8.4	1.017	Z.W.	Z.W.	
		26	8.4	1.012	Z.W.	Z.W.	
		27	8.6	1.015	Z.	Z O.	
		28	8.4	1.0178	W.	W.	
		29	7.4	1.0192	O.	O.	
		30	7.4	1.0106	Z.O.	Z.	voormiddags gespuid.
	December	1	7.8	1.012	W.Z.W.	W.Z.W.	„ „
		2	8.2	1.016	Z.W.	Z.W.	's nachts gespuid.
		3	9.6	1.0196	Z.	Z.	
		4	7.6	1.012	Z.W.	Z.W.	's nachts gespuid.
		5	8.4	1.012	Z.W.	Z W.	„ „
		6	7.8	1.012	Z.W.	Z.W.	„ „

k. YMUIDEN, December 1888 — Januari 1889.

DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind 7 uur 's morg.	Wind 2 uur 's midd.	TOELICHTINGEN
		2 uur N.	2 uur N.			
1888. December	7	7.6° C.	1.0218	Z.O.	Z.O.	
	8	6.8	1.022	Z.O.	Z.	
	9	6.4	1.0182	N.W.	N.W.	
	10	6.6	1.018	N.W.	N.	
	11	6	1.0116	Z.O.	Z.O.	voormiddags gespuid.
	12	6	1.0114	Z.O.	Z.O.	" "
	13	3.8	1.013	Z.O.	Z.O.	" "
	14	4.8	1.023	Z.	Z.	
	15	5.4	1.0216	Z.W.	Z.W.	
	16	5.2	1.02	Z.W.	Z.W.	
	17	5.6	1.0206	Z.W.	Z.W.	
	18	5.8	1.0216	Z.	Z.O.	
	19	5.6	1.0143	Z.Z.W.	Z.Z.W.	voormiddags gespuid.
	20	5.6	1.013	Z.	Z.	" "
	21	5.6	1.02	Z.O.	Z.O.	
	22	5.2	1.021	Z.O.	O.Z.O.	
	23	4.2	1.018	Z.O.	Z.O.	
	24	4.6	1.01	Z.	Z.	voormiddags gespuid.
	25	5.6	1.018	Z.W.	Z.W.	
	26	5.4	1.019	Z.W.	Z.W.	
	27	5.2	1.0214	Z.W.	Z.W.	
	28	5.6	1.0196	Z.O.	Z.O.	
	29	6	1.018	Z.O.	Z.O.	
	30	4.8	1.0074	N.O.	N.O.	spuijen tijdens de waarneming.
	31	4.3	1.0138	Z.O.	Z.O.	voormiddags gespuid.
1889. Januari	1	4.4	1.012	O.	O.	's nachts gespuid.
	2	3.6	1.0126	O.	O.	" "
	3	3.6	1.016	O.	O.	" "
	4	3.8	1.0234	O.	Z.O.	
	5	3.8	1.0216	Z.O.	Z.O.	
	6	3.6	1.0218	Z.	Z.O.	
	7	3.6	1.0188	Z.W.	Z.	
	8	3.6	1.0202	Z.Z.O.	Z.Z.O.	
	9	4	1.023	Z.O.	O.Z.O.	
	10	4.8	1.024	Z.Z.O.	Z.O.	
	11	4	1.024	N.O.	N.O.	
	12	2.6	1.024	N.O.	N.O.	
	13	2.4	1.0204	N.N.O.	N.N.O.	
	14	2	1.022	O.	O.	

k. YMUIDEN, Januari 1889 — Februari 1889.

DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind 7 uur 's morg.	Wind 2 uur 's midd.	TOELICHTINGEN
		2 uur N.	2 uur N.			
1889. Januari	15	— 0.4° C.	1.024	O.	O.	
	16	0.6	1.023	O.	O.	
	17	0.2	1.0188	O.	O.	
	18	3.2	1.0236	Z.W.	Z.W.	
	19	3	1.0222	Z.W.	Z.W.	
	20	3	1.0182	N.W.	N.W.	
	21	3.6	1.0148	Z.W.	Z W.	's nachts gespuid.
	22	4	1.0212	N O.	N O.	
	23	3	1.012	N.W.	N.W.	's nachts gespuid.
	24	4.6	1.02	N.W.	N.W.	
	25	4	1.022	W.Z.W.	W.Z.W.	
	26	4.6	1.0196	W.Z.W.	W.Z.W.	
	27	4.6	1.0202	N.N.W.	N.N.W.	
	28	5	1.014	Z.W.	Z.W	voormiddags gespuid.
	29	6.6	1.0152	Z Z.W.	Z.Z.W.	〃 〃
	30	4.6	1.0214	Z Z W	Z.Z.W.	
	31	5.4	1.0226	Z Z.W.	Z.Z.W.	
Februari	1	6.8	1.0226	Z.W.	Z.W.	's nachts gespuid.
	2	4.2	1.012		W.	〃 〃
	3	3.6	1.0154		Z.W.	〃 〃
	4	3.8	1.0196		N.N.O.	〃 〃
	5	3.2	1.013		Z.	〃 〃
	6	4	1.0186		W.N.W.	
	7	5.2	1.019		N.	
	8	4.6	1.024		Z.W.	
	9	2.4	1.0256		N.W.	
	10	2.4	1.025		N.	
	11	2.8	1.0226		N.O.	voormiddags gespuid.
	12	3.4	1.0202		N.O.	
	13	1.8	1.024		Z.W.	
	14	3.4	1.0222		Z.W.	
	15	3.2	1.022		N.N.W.	
	16	3.6	1.0214		W.Z W.	
	17	4.2	1.0184		Z.W.	's nachts gespuid.
	18	4.8	1.012		Z.W.	〃 〃
	19	5.6	1.0092		Z.W.	voormiddags gespuid.
	20	5	1.014		Z.W.	〃 〃
	21	5.6	1.0134		N.	〃 〃
	22	4.6	1.0062		N.O.	spuijen tijdens de waarneming.

Digitized by Google

k. YMUIDEN, Februari 1889 — April 1889.

DATUM			Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind		TOELICHTINGEN
					7 uur 's morg.	2 uur 's midd.	
			2 uur N.	2 uur N.			
1889.	Februari	23	8.4°C.	1.0154		N.O.	's nachts gespuid.
		24	2	1.012		N.O.	" "
		25	3.8	1.0206		N.O.	
		26	3.4	1.023		N.	
		27	2.8	1.021		N.O.	
		28	2.8	1.0224		N.O.	
	Maart	1	2.4	1.0218	N.O.	N.O.	
		2	4	1.0222	N.O.	N.O.	
		3	2.2	1.018	N.O.	N.O.	's nachts gespuid.
		4	3.4	1.017	O.N.O.	O.N.O.	" "
		5	4.2	1.0222	Z.	Z.	
		6	6.2	1.0202	Z.O.	Z.O.	
		7	5.2	1.0214	Z.	Z.	
		8	4.6	1.0216	Z.	Z.	
		9	4.6	1.024	Z.W.	Z.W.	
		10	4.6	1.0214	Z.	Z.	
		11	5.4	1.0198	N.	N.	
		12	5.2	1.0126	W.N.W.	W.N.W.	voormiddags gespuid.
		13	5.6	1.018	Z.W.	Z W.	
		14	5.2	1.0194	N.N.W.	N.N W.	
		15	4	1.019	N.N.O.	N.N.O.	
		16	3	1.0124	Z.W.	Z.W.	's nachts gespuid.
		17	5	1.0148	Z.W.	Z.W.	" "
		18	6.4	1.018	Z.W.	Z.W.	
		19	7.8	1.0214	Z.W.	Z.W.	
		20	7.6	1 0184	Z.W	Z.W.	
		21	5.2	1.0182	N.O.	N.O.	
		22	6.6	1.017	N O.	N.O.	
		23	6.6	1.0206	Z.W.	Z.W.	
		24	5.6	1.014	Z.W.	Z.W.	's nachts gespuid.
		25	6.2	1.0184	Z.W.	Z.W	
		26	6.4	1.017	W.N.W.	W.N.W.	
		27	5.2	1.0188	N.N.W.	N.N.W.	
		28	6.4	1.018	W.N.W.	W.N.W.	
		29	7	1.0106	Z.W.	Z.W.	's nachts gespuid.
		30	8.2	1.0112	Z.W.	Z.W.	" "
		31	5.4	1.015	W.	W.	
	April	1	9.4	1.0184		Z.W.	's nachts gespuid.
		2	7	1.0142		N.W.	" "

Digitized by Google

k. YMUIDEN, April 1889 — Mei 1889.

DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind	TOELICHTINGEN
		2 uur N.	2 uur N.	2 uur N.	
1889. April	3	7° C.	1.016	N.	's nachts gespuid.
	4	6.6	1.0154	Z.	" "
	5	6.6	1.0184	Z O.	" "
	6	7	1.018	O N.O.	" "
	7	7	1.0184	O N O.	" "
	8	7.2	1.0196	O.N.O.	" "
	9	8.2	1.0196	O.N O.	
	10	6.6	1.021	O	voor- en namiddags gespuid.
	11	10.2	1.018	N.O.	
	12	7.6	1.0226	N O	namiddags gespuid.
	13	8.6	1.014	N.	
	14	7	1.0178	N.	's nachts gespuid.
	15	9	1.012	N.	
	16	9.6	1.018	N.	
	17	9	1.0188	W.	's nachts gespuid.
	18	10.6	1.0114	N.W.	" "
	19	11.4	1.0174	Z.W.	
	20	8.2	1.0196	Z W.	
	21	11.8	1.0112	Z.W.	's nachts gespuid.
	22	10	1.015	Z.W.	
	23	11	1.0184	Z W.	
	24	10.6	1.0176	Z.W.	
	25	11	1.019	N.W.	
	26	9.6	1.0162	Z.W.	
	27	10.8	1.017	Z.	
	28	10.4	1.0206	Z.	
	29	10.6	1.0196	Z.W.	
	30	11.6	1.0204	Z.Z.W.	
Mei	1	11.6	1.017	Z.	
	2	11.6	1.019	Z.	
	3	12.4	1.018	Z.	's nachts gespuid.
	4	13.2	1.0196	O.	" "
	5	16	1.017	N.O.	
	6	17.6	1.0194	O.	
	7	13.4	1.0212	Z.O.	
	8	15	1.0206	W.	
	9	16	1.0202	O.	
	10	15	1.021	O.	
	11	14.4	1.02	Z.	

Digitized by Google

k. YMUIDEN, Mei 1889 — Juni 1889.

DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind	TOELICHTINGEN
		2 uur N.	2 uur N.	2 uur N.	
1889. Mei	12	14.4° C.	1.0214	W.	
	13	12.6	1.0216	Z.W.	
	14	15	1.0164	W.	
	15	13.6	1.0194	N.	
	16	15.6	1.018	N.	
	17	14.6	1.017	N.	's nachts gespuid.
	18	14	1.0158	Z.W.	" "
	19	16.4	1.015	Z.W.	
	20	15.2	1.017	N.	's nachts gespuid.
	21	15	1.016	N.	" "
	22	16	1.0204	O.	
	23	16	1.0202	O.	
	24	16.4	1.0174	O.	
	25	17.6	1.0194	N.O.	
	26	15.2	1.0176	N.	
	27	16	1.017	O.	
	28	16.6	1.0196	Z.W.	
	29	16	1.021	Z.W.	's nachts gespuid.
	30	16.4	1.016	Z.W.	" "
	31		1.019	Z.W.	
Juni	1	18	1.019	Z.	In de maand Juni werd niet gespuid.
	2	20	1.019	N.O.	
	3	19.2	1.0186	W.	
	4	17.8	1.0186	W.	
	5	17.6	1.018	N.	
	6	19.6	1.0196	O.	
	7	19.2	1.0194	Z O	
	8	18.4	1.0192	O.	
	9	17	1.015	W.	
	10	19	1.0164	O.N.O.	
	11	18	1.0216	N O.	
	12	18.2	1.0206	N.O.	
	13	20.6	1.0188	N.N.O.	
	14	20.2	1.018	N.	
	15	19	1.018	N.	
	16	19.6	1.019	N.O.	
	17	19.2	1.0196	N.	
	18	18.2	1.0216	N.	
	19	18.6	1.0206	N.	

Digitized by Google

k. YMUIDEN, Juni 1889 — Juli 1889.

DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind	TOELICHTINGEN
		2 uur N.	2 uur N.	2 uur N.	
1889. Juni	20	18.8°C.	1.0208	N.	
	21	19.2	1.0212	N.	
	22	18.8	1.0206	N.	
	23	19	1.02	N.	
	24	19.4	1.0202	N.	
	25	21	1.0192	N.O.	
	26	21.4	1.0212	N.O.	
	27	22	1.0206	N.O.	
	28	21.2	1.0196	N.O.	
	29	22.2	1.021	N.O.	
	30	23	1.0196	N.	
Juli	1	20.6	1.0196	N.N.W.	
	2	18.2	1.0196	N.	
	3	20	1.0202	N.	
	4	19.8	1.021	N.W.	
	5	20.6	1.0226	N.O.	
	6	20	1.0216	N.	
	7	18.6	1.0214	W.	
	8	17.2	1.0222	W.	
	9	19	1.02	Z.W.	
	10	18.6	1.0212	Z.W.	
	11	19.2	1.0202	W Z.W.	
	12	19	1.02	Z.W.	
	13	18.6	1.0198	O.	
	14	19	1.0182	O.	
	15	18.8	1.015	W Z.W.	's nachts gespuid.
	16	17	1.0192	N.W.	
	17	15.4	1.0186	W.N.W.	
	18	17	1.0146	N.W.	's nachts gespuid.
	19	18.2	1.0124	Z W.	voormiddags gespuid.
	20	20	1.01	Z W.	" "
	21	19	1.0102	Z W.	" "
	22	16.8	1.0128	Z.W.	" "
	23	17.8	1.017	Z W.	
	24	17.8	1.017	Z.W.	
	25	17.2	1.015	Z.W.	
	26	17.4	1.014	Z.W.	's nachts gespuid.
	27	18.6	1.012	N.	" "
	28	17.6	1.0138	N	

Digitized by Google

k. YMUIDEN, Juli 1889 — September 1889.

DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind	TOELICHTINGEN
		2 uur N.	2 uur N.	2 uur N.	
1889. Juli	29	17.8°C.	1.0106	N.	's nachts gespuid.
	30	18	1.015	N.	„ „
	31	18.4	1.017	N.	„ „
Augustus	1	21	1.0156	Z.	
	2	17.8	1.0204	Z Z.W.	
	3	18.6	1.0188	Z.	
	4	19	1.0178	Z.	
	5	19	1.0188	Z.W.	
	6	18.4	1.0188	Z.W.	
	7	18.2	1.018	Z.W.	
	8	18.2	1.018	Z.W.	
	9	18	1.0122	Z.W.	's nachts gespuid.
	10	18.2	1.0116	Z.W.	„ „
	11	17.4	1.0112	Z.W.	„ „
	12	15	1.0146	Z.W.	„ „
	13	17.4	1.0186	N.W.	
	14	17	1.0186	Z.W.	
	15	15.6	1.0172	N.W.	's nachts gespuid.
	16	18	1.0086	Z W.	voormiddags gespuid.
	17	17.4	1.0096	Z.W.	's nachts gespuid.
	18	17.2	1.0084	O.	„ „
	19	16.4	1.0182	Z.W.	
	20	17.4	1.015	Z.W.	's namiddags gespuid.
	21	16.2	1.0156	Z W.	
	22	16	1.0194	W.	
	23	16.2	1.021	Z.W.	voormiddags gespuid.
	24	15.4	1.007	Z.W.	„ „ „
	25	13.4	1.004	N.	„ „ „
	26	15.8	1.006	N.	's nachts en tijdens de waarneming gespuid.
	27	15.2	1.0062	Z.W.	tijdens de waarneming gespuid.
	28	17.4	1.0086	Z W.	's nachts gespuid.
	29	17.4	1.0052	Z.W.	's nam. en 's nachts gespuid.
	30	20.6	1.0096	Z.	's namiddags gespuid.
	31	19 8	1.014	N.	's nachts gespuid.
September	1	17.2	1.011	N.O.	„ „ „
	2	18.6	1.019	O N.O.	„ „ „
	3	17.8	1.0214	O.N.O.	
	4	18.6	1.019	Z.W.	
	5	18	1.0202	N.	

Digitized by Google

k. YMUIDEN, September 1889 — October 1889.

DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind	TOELICHTINGEN
		2 uur N.	2 uur N.	2 uur N.	
1889. September	6	16.2° C.	1.022	N.O.	
	7	16.6	1.0222	N.O.	
	8	16	1.021	N.O.	's nachts gespuid.
	9	19	1.018	Z.W.	
	10	18.8	1.0186	Z.W.	
	11	17	1.0204	Z.W.	
	12	15.8	1.0188	N.	
	13	17.2	1.0206	Z.W.	
	14	16.6	1.019	N.N.O.	
	15	17	1.0202	N.O.	
	16	17.2	1.0192	N.	
	17	15.2	1.0156	N.W.	voormiddags gespuid.
	18	16	1.021	O.N.O.	
	19	14.6	1.021	Z.Z.W.	
	20	13.4	1.0226	Z W.	
	21	12.2	1.0208	N.	
	22	12.2	1.0206	N.	
	23	12.6	1.012	N.W.	gespuid tijdens de waarneming.
	24	12.6	1.018	Z.	's nachts gespuid.
	25	12	1.0216	N.W.	
	26	11.6	1.0218	N.W.	
	27	12.6	1.0064	Z.W.	gespuid tijdens de waarneming.
	28	12.2	1.0102	W.	's nachts gespuid.
	29	12.2	1.0072	N.W.	" "
	30	12	1.007	N.N.W.	gespuid tijdens de waarneming.
October	1	12.4	1.0124	N.N O.	
	2	12.4	1.0104	N.W.	gespuid tijdens de waarneming.
	3	13	1.0116	Z.W.	voormiddags gespuid.
	4	12	1.0126	Z.	" "
	5	11.2	1.008	Z Z.W.	" "
	6	12.4	1.013	Z Z.W.	's nachts gespuid.
	7	12.8	1.0176	Z.Z.W.	" "
	8	12.4	1.0184	W.Z.W.	" "
	9	11.6	1.009	Z.Z.W.	" "
	10	11.8	1.0164	Z.W.	" "
	11	11.6	1.0132	Z.Z.W.	gespuid tijdens de waarneming.
	12	11.8	1.013	Z.W.	's nachts gespuid.
	13	11.8	1.0132	Z.W.	" "
	14	11.6	1.012	N.W.	" "

Digitized by Google

k. YMUIDEN, October 1889 — November 1889.

DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind	TOELICHTINGEN
		2 uur N.	2 uur N.	2 uur N.	
1889. October	15	12.6° C.	1.0164	Z.W.	's nachts gespuid.
	16	12.4	1.017	Z.W.	» »
	17	11.2	1.0168	Z.Z.W.	» »
	18	11.2	1.0176	N.W.	» »
	19	10.2	1.019	Z.O.	
	20	11.2	1.018	Z O.	
	21	12	1.019	Z.O	
	22	10.8	1.022	O.	
	23	10.8	1.018	Z.Z.W.	
	24	11	1.016	N.	's nachts gespuid.
	25	10.2	1.0194	N O.	
	26	8.4	1.0206	N.O.	
	27	7.4	1.021	O.	
	28	7.4	1.0222	O.	
	29	10.2	1.0208	Z.Z.W.	
	30	10	1.022	Z.W.	
	31	9	1.0224	W.	
November	1	8.8	1.016	Z.	gespuid tijdens de waarneming
	2	9.8	1.012	Z.W.	voormiddags gespuid.
	3	9.4	1.0098	Z.W.	» »
	4	9.6	1.0096	Z.W.	» »
	5	9	1.012	W.Z.W.	» »
	6	8	1.016	Z.W.	's nachts gespuid.
	7	10	1.016	Z.W.	voormiddags gespuid.
	8	10.8	1.0122	N.W.	
	9	11.2	1.012	N W.	
	10	10.4	1.011	W.	
	11	9.6	1.016	Z.O.	
	12	9.4	1.016	Z.O.	's nachts gespuid.
	13	8.8	1.02	Z.O.	
	14	9	1.021	Z.Z.W.	
	15	8.8	1.0196	Z.W.	
	16	9	1.0122	Z W.	
	17	9.2	1.021	Z.W.	
	18	8.8	1.0212	Z Z.O.	
	19	7.2	1.019	O.Z.O.	
	20	6.6	1.0212	Z O.	
	21	6.6	1.019	O.	
	22	6.6	1.0216	Z.Z.W.	

Digitized by Google

k. YMUIDEN, November 1889 — December 1889.

DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a. d. oppervlakte.	Wind	TOELICHTINGEN
		2 uur N.	2 uur N.	2 uur N.	
1889. November	23	7° C.	1.0202	Z.Z.W.	
	24	7.6	1.021	Z.	
	25	7.4	1.0236	W.N.W.	
	26	7.2	1.023	W.N.W.	
	27	5.2	1.0182	N.N.W.	
	28	6.8	1.0216	N N.W.	
	29	5	1.009	N.W.	's nachts gespuid.
	30	4.4	1.014	N.N.O.	voormiddags gespuid.
December	1	5.2	1.0198	O.	
	2	4.4	1.019	Z O.	
	3	5	1.014	O.	's nachts gespuid.
	4	4.8	1.0216	O.N.O.	
	5	4	1.021	N.O.	
	6	3.2	1.0196	O.N.O.	
	7	3.2	1.023	Z O.	
	8	3.2	1.0228	Z.Z.O.	
	9	4.2	1.024	Z.Z.W.	
	10	5.4	1.0204	Z.W.	
	11	5.4	1.0216	W.	
	12	2.8	1.0074	Z.	gespuid tijdens de waarneming.
	13	3	1.0186	Z.O.	
	14	3.8	1.018	N.N.O.	's nachts gespuid.
	15	3.2	1.018	Z.O.	„ „
	16	3.8	1.014	Z.	voormiddags gespuid.
	17	3.6	1.0172	Z.W.	
	18	4.4	1.019	Z.Z.W.	
	19	4.2	1.0172	Z.	
	20	3.6	1.019	Z.	
	21	4.2	1.0178	Z.Z.W.	
	22	4.4	1.018	Z.Z.W.	
	23	4.6	1.0068	W.	voormiddags gespuid.
	24	5.6	1.0156	Z.O.	
	25	4.2	1.0076	N.W.	gespuid tijdens de waarneming.
	26	5	1.0124	O.N.O.	's nachts gespuid.
	27	3.4	1.022	O.N.O.	
	28	3	1.0172	O.N.O.	's nachts gespuid.
	29	5.6	1.0196	N.W.	
	30	2.8	1.023	Z.W.	
	31	2.2	1.0234	Z.Z.O	

Digitized by Google

k. YMUIDEN, Januari 1890 — Februari 1890.

DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Soortelijk gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind	TOELICHTINGEN
		2 uur N.	2 uur N.	2 uur N.	
1890. Januari	1	3.6° C.	1.0226	O N.O.	
	2	2.2	1.0224	Z.O.	
	3	5.8	1.022	Z.O.	
	4	7.6	1.019	Z.	
	5	7	1.0176	Z.W.	
	6	6.4	1.01	Z.	's nachts gespuid.
	7	5.8	1.0162	Z.	
	8	5.2	1.0192	Z. t O.	
	9	4.2	1.0124	Z.Z.W.	's nachts gespuid.
	10	4.8	1.019	W.	
	11	5.4	1.0176	Z.W.	
	12	4.2	1.0134	N.N.W.	's nachts gespuid.
	13	4.4	1.004	Z Z.W.	voormiddags gespuid.
	14	5.2	1.0118	Z.Z.W.	
	15	6.6	1.0078	Z.Z.W.	tijdens de waarneming gespuid.
	16	6.2	1.0176	Z.O.	
	17	5.2	1.012	Z.Z W.	
	18	6	1.014	Z.W. t. Z.	
	19	5.4	1.0166	W.Z.W.	
	20	4.6	1.0198	W. t. Z.	
	21	4.4	1.011	W.	
	22	5	1.0174	W. t. Z.	
	23	5.6	1.0216	Z.W.	
	24	6.6	1.004	Z. t W.	tijdens de waarneming gespuid.
	25	7 4	1.0082	Z.Z.W.	's nachts gespuid.
	26	5.4	1.0196	W.Z.W.	
	27	5.4	1.019	W. t. N.	
	28	4.2	1.0176	O.N.O.	's nachts gespuid.
	29	4.8	1.009	N.N.W.	tijdens de waarneming gespuid.
	30	5.4	1.074	W.N.W.	voormiddags gespuid.
	31	4	1.008	Z.O. t. O.	″ ″
Februari	1	4.6	1.017	Z.W	
	2	4.2	1.016	Z.Z.W.	
	3	4.6	1.015	Z.W.	's nachts gespuid.
	4	4.8	1.0116	O. t. N.	″ ″
	5	4.2	1.0136	N.O.	″ ″
	6	5.2	1.0166	O.N.O.	″ ″
	7	4.8	1.0212	O.N O.	
	8	4.6	1.0226	O.N.O.	's nachts gespuid.

Digitized by Google

k. YMUIDEN, Februari 1890 — Maart 1890.

DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind	TOELICHTINGEN
		2 uur N.	2 uur N.	2 uur N.	
1890. Februari	9	4.4° C.	1.023	O.	's nachts gespuid.
	10	4.6	1.0216	O.	" "
	11	4.4	1.0196	O.N.O.	" "
	12	3.6	1.0226	O.N.O.	
	13	4	1.022	O. t. Z.	
	14	4.8	1.023	Z.O. t.O.	
	15	3.8	1.024	Z. t. O.	
	16	4.6	1.0238	Z.Z.W.	
	17	4.6	1.0248	Z. t. O.	
	18	4.6	1.0238	O. t. N.	
	19	3.4	1.0228	O.N.O.	
	20	2.8	1.0228	O.N.O.	
	21	3.4	1.0198	N.W.	
	22	1.8	1.022	N.O.	
	23	4.4	1.02	N.	
	24	4.6	1.021	N.	
	25	4	1.022	N.O.	
	26	4.8	1.0222	N.W.	
	27	4.2	1.023	N.W t.W.	
	28	3.6	1.0216	N.N.W.	
Maart	1	3.2	1.0192	N.W. t. W.	
	2	2	1.024	N.O.	
	3	2.2	1.0232	O.N.O.	
	4	1.6	1.0256	Z.W. t. Z.	
	5	3.8	1.0226	W.N.W.	
	6	3.8	1.0224	W.N.W.	
	7	4.8	1.023	W.Z.W.	
	8	3.8	1.0222	Z.W.	's nachts gespuid.
	9	3	1.0042	Z.W.t.W.	" "
	10	5.6	1.005	Z.W t.W.	gespuid tijdens de waarneming.
	11	5.2	1.0054	Z.Z.W.	" " " "
	12	6.8	1.0122	Z.W.	" " " "
	13	5.4	1.0166	Z.Z.W.	
	14	5.8	1.0134	Z.Z.W.	voormiddags gespuid.
	15	7.4	1.0156	Z.t.O.	" "
	16	7.4	1.0162	Z.	
	17	7.2	1.0216	W.Z.W.	
	18	7	1.0212	O.N.O.	
	19	6	1.0176	N.N.W.	

k. YMUIDEN, Maart 1890.

DATUM		Temperatuur van het zeewater a./d. oppervlakte.	Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	Wind	TOELICHTINGEN
		2 uur N.	2 uur N.	2 uur N.	
1890. Maart	20	5.6° C.	1.0208	Z.Z.O.	
	21	7.4	1.0124	Z.W.	
	22	6.4	1.016	Z.W.t.W.	
	23	6.6	1.0172	Z.W.	
	24	7.4	1.0052	Z.W.	gespuid tijdens de waarneming.
	25	7.2	1.014	Z.W.	's nachts gespuid.
	26	7.2	1.0198	Z.W.	
	27	8.4	1.0192	Z.W.t.Z.	
	28	9.2	1.0174	W.Z.W.	
	29	8.6	1.0134	Z.W.t.W.	voormiddags gespuid
	30.	8.8	1.0142	W.t.Z.	" "
	31	8.4	1.0174	N.N.W.	

Digitized by Google

l. ZIERIKZEE, December 1886 — December 1889.

DATUM		Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	DATUM		Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	DATUM		Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.
		2 uur N.			2 uur N.			2 uur N.
1886. December	6	1.0242	1887. Juni	27	1.02	1888. Februari	16	1.0235
	13	1.0206	Juli	4	1.0204		23	1.0243
	20	1.0156		11	1.02		27	1.0242
	21	1.0226		19	1.0204	Juni	2	1.021
	22	1.0167		26	1.0208		9	1.0223
	27	1.019	Augustus	2	1.021		21	1.0234
1887. Januari	3	1.0166		8	1.021		29	1.0206
	10	1.0187		16	1.0216	Juli	6	1.021
	17	1.0228		24	1.0216		23	1.0204
	24	te licht		29	1.0212	Augustus	11	1.0216
	31	1.021	September	5	1.022		25	1.0224
Februari	7	1.0204		13	1.0226	September	12	1.0214
	15	1.025		20	1.0224		14	1.023
	22	1.0246	October	5	1.0222		29	1.022
	28	1.0252		14	1.0234	October	1	1.0229
Maart	7	1.025		20	1.025		24	1.0226
	15	1.0252		29	1.0239	November	29	1.0232
	21	1.025	November	4	1.024	December	28	1.024
	29	1.025		10	1.0245	1889. Januari	26	1.023
April	4	1.0236		16	1.0236	Februari	26	1.022
	12	1.021		26	1.0232	Maart	23	1.0204
	18	1.021	December	2	1.0248	April	27	1.021
	25	1.0212		10	1.025	Mei	25	1.021
Mei	3	1.0226		16	1.0243	Juni	29	1.0212
	9	1.0222		23	1.0235	Juli	27	1.022
	16	1.022	1888. Januari	3	1.0224	Augustus	26	1.0218
	23	1.0218		14	1.0232	September	23	1.0216
Juni	1	1.0214		23	1.0238	October	19	1.0242
	6	1.021		30	1.0241	November	16	1.0232
	13	1.0208	Februari	2	1.0229	December	12	1.0252
	20	1.0206		10	1.021		20	1.0242

Digitized by Google

m. ZIJPE, Januari 1887 — December 1889.

DATUM		Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	DATUM		Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.	DATUM		Specifiek gewicht van het zeewater a./d. oppervlakte.
		2 uur N.			2 uur N.			2 uur N.
1887. Januari	5	1.0212	1887. October	13	1.022	1889. Maart	8	1 0244
	17	1.0218		22	1.0219		20	1.0226
	25	1.0224	November	7	1.0208	April	11	1.0192
Februari	23	1.0236		12	1.0228	Mei	23	1.018
Maart	19	1.0242	December	9	1.0225	Juni	13	1.0188
	23	1.0244		16	1.0213		22	lichter dan
April	23	1.021	1888. Januari	21	1.0206			1.018
	26	1.0204		31	1.0198	Juli	18	1.0196
Mei	14	1.018	Februari	28	1.02		29	1.0208
	31	1.018	Juni	8	1.02	Augustus	13	1.0206
Juni	29	1.019	Juli	26	1.019	September	6	1.021
Juli	9	1.0184	Augustus	22	1.0198		14	1.0214
	22	1.0192	September	13	1.0201	October	17	1.0234
	28	1.02	October	6	1.0214		29	1.0226
Augustus	19	1.021	November	24	1.0226	November	9	1.023
September	10	1.022	1889. Januari	21	1.0252		12	1.0219
	17	1.0214	Februari	21	1.025	December	10	1.0236

Bijlage 3.

RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK VAN TE WEMELDINGE GEPLAATSTE PROEFLATTEN, TEN EINDE VAST TE STELLEN, OF ER IN DE VERSCHILLENDE JAARGETIJDEN VERSCHILLEN IN DE AANTASTING VOORKOMEN.

Serie I. In 1887 geplaatste latten.

Serie II. Twaalf in 1888 en 1889 geplaatste latten, die slechts ééne maand in het water gelaten werden.

Serie III. Twaalf in 1888 en 1889 geplaatste latten, die elk twee maanden in het water gelaten werden.

Serie IV. Twaalf in 1888 en 1889 geplaatste latten, die elk drie maanden in het water gelaten werden.

Digitized by Google

SERIE I.

Merk der lat	Werd geplaatst	Werd afgenomen	Bleef dus in 't water gedurende	Door Limnoria aangetast	Omvang der aantasting	Aanmerkingen.
A.	10 Jan. '87	10 April '87	3 maanden	ja.	+ 20-tal gaatjes.	
1887 (gewoon)	— " —	18 Jan. '88	12 "	ja	Zeer talrijke gaatjes.	Ex. met eieren.
1887 (geschaafd)	— " —	18 " '88	12 "	ja.	" " "	" " "
1.	— " —	10 Febr '87	1 "	neen.		
2.	10 Febr.	10 Maart	1 "	neen		
3.	10 Maart	10 April	1 "	ja.	Zevental vijanden.	
B.	10 April	10 Juli	3 maanden	ja.	Slechts hier en daar.	Ex. met eieren.
4.	10 "	10 Mei	1 maand	ja.	Vele gaatjes met L.	
5.	10 Mei	10 Juni	1 "	ja.	Nog al wat!	
6.	10 Juni	10 Juli	1 "	ja.	Weinige Limnoria's.	
C.	10 Juli	10 Oct.	3 maanden	neen.		
7.	10 "	10 Aug.	1 maand	neen.		
8.	10 Aug.	10 Sept.	1 "	ja.	Twee gaatjes!	
9.	10 Sept.	10 Oct.	1 "	neen.		
D.	10 Oct.	10 Jan. '88	3 maanden	ja.	Vier gaatjes.	
10.	10 "	10 Nov.	1 maand	ja.	1 gaatje, 1 Limnoria.	
11.	10 Nov.	10 Dec.	1 "	neen.		
12.	10 Dec.	10 Jan. '88	1 "	neen.		

N.B. Alle latten waren bevestigd geweest met het boveneinde op 1 M. ÷ AP en wel aan het Remmingwerk in de buitenhaven te Wemeldinge. Elke lat was 1 M. lang en 30 bij 45 m.m. dik.

Digitized by Google

SERIE II.

Merk der lat	Werd geplaatst	Werd afgenomen	Bleef dus in 't water gedurende	Door Limnoria aangetast	Omvang der aantasting.
A 1.	1 Maart '88	1 April '88	1 maand	neen.	
A 2.	1 April „	1 Mei „	1 „	ja.	Begin van aantasting.
A 3.	1 Mei „	1 Juni „	1 „	neen.	Veel aanhechting van zeepokken.
A 4.	1 Juni „	1 Juli „	1 „	neen.	
A 5.	1 Juli „	1 Aug. „	1 „	ja.	Enkele gang met L. bij afschaving kwamen er meer aan 't licht.
A 6.	1 Aug. „	1 Sept. „	1 „	ja.	Een paar L. kwamen bij afschaving aan 't licht.
A 7.	1 Sept. „	1 Oct. „	1 „	ja.	Een paar Limnoria's.
A 8.	1 Oct. „	1 Nov. „	1 „	neen.	
A 9.	1 Nov. „	1 Dec. „	1 „	neen.	
A 10.	1 Dec. „	1 Jan. '89	1 „	neen.	
A 11.	1 Jan. '89	1 Febr. „	1 „	neen.	
A 12.	1 Febr. „	1 Maart „	1 „	ja.	Twee gaatjes, waarin Limnoria.

SERIE III.

Merk der lat	Werd geplaatst	Werd afgenomen	Bleef dus in 't water gedurende	Door Limnoria aangetast	Omvang der aantasting.
B 1.	1 Maart '88	1 Mei '88	2 maanden	ja.	Veel aantasting.
B 2.	1 April „	1 Juni „	2 „	ja.	Zeer veel aantasting.
B 3.	1 Mei „	1 Juli „	2 „	ja.	„ „ „
B 4.	1 Juni „	1 Aug. „	2 „	ja.	Op twee plaatsen slechts.
B 5.	1 Juli „	1 Sept. „	2 „	ja.	Enkele gang werd bespeurd.
B 6	1 Aug. „	1 Oct. „	2 „	ja.	„ „ „ „
B 7.	1 Sept. „	1 Nov. „	2 „	ja.	Vrij veel aantasting.
B 8.	1 Oct. „	1 Dec. „	2 „	ja.	Een enkele gang.
B 9.	1 Nov. „	1 Jan. '89	2 „	ja.	„ „ „
B 10.	1 Dec. „	1 Febr. „	2 „	neen.	
B 11.	1 Jan. '89	1 Maart „	2 „	neen.	
B 12.	1 Febr. „	1 April „	2 „	ja.	Vrij veel aantasting.

Digitized by Google

SERIE IV.

Merk der lat.	Ward geplaatst	Werd afgenomen	Bleef dus in 't water gedurende	Door Limnoria aangetast.	Omvang der aantasting.
C 1.	1 Maart '88	1 Juni '88	3 maanden	ja.	Veel aantasting, meer dan 50 openingen.
C 2.	1 April "	1 Juli "	3 "	ja.	Vrij veel " , " " 17 "
C 3.	1 Mei "	1 Aug. "	3 "	ja.	Veel aantasting, " " 30 "
C 4.	1 Juni "	1 Sept. "	3 "	ja.	Hier en daar aantasting, 7 "
C 5.	1 Juli "	1 Oct. "	3 "	ja.	Aantasting maar minder dan 1, 2, 3.
C 6.	1 Aug. "	1 Nov. "	3 "	ja.	Vrij veel aantasting, 18 openingen.
C 7.	1 Sept. "	1 Dec. "	3 "	ja.	Hier en daar " , 5 "
C 8.	1 Oct. "	1 Jan. '89	3 "	ja.	Een enkel gaatje.
C 9.	1 Nov. "	1 Febr. "	3 "	neen.	Misschien ééne opening.
C 10.	1 Dec. "	1 Maart "	3 "	ja.	Begin van aantasting, 1 à 2 "
C 11.	1 Jan. '89	1 April "	3 "	ja.	Oppervlakkige " , 7 "
C 12.	1 Febr. "	1 Mei "	3 "	ja.	Vrij veel " , circa 50 "

Digitized by Google

MEDEDEELINGEN OMTRENT DE GEOLOGIE VAN NEDERLAND, VERZAMELD DOOR DE COMMISSIE VOOR HET GEOLOGISCH ONDERZOEK.

N°. 10.

VERSLAG OVER EENIGE BORINGEN IN HET OOSTELIJKE GEDEELTE DER PROVINCIE UTRECHT.

N°. 11.

EENIGE ONDERZOEKINGEN IN DEN NIEUWEN MAASMOND.

DOOR

Dr. J. LORIÉ.



Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam.

(TWEEDE SECTIE).

DEEL 1. N°. 7.

(MET 3 PLATEN).

AMSTERDAM,
JOHANNES MÜLLER.
1893.

4 Z
15



Mededeelingen omtrent de Geologie van Nederland, verzameld door de Commissie voor het Geologisch Onderzoek.

No. 10.

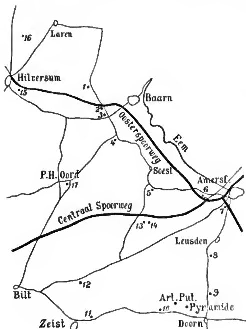
VERSLAG OVER EENIGE BORINGEN IN HET OOSTELIJKE GEDEELTE DER PROVINCIE UTRECHT,

DOOR

Dr. J. LORIÉ.



Bij schrijven, namens de Geologische Commissie, van 11 Mei 1891 werd steller dezes uitgenoodigd zich te belasten met het onderzoek van eenige boringen door de Amsterdamsche Duinwatermaatschappij verricht langs sommige van 's Rijks groote wegen. Uit een daaropvolgend onderhoud met den Heer VAN HASSELT, ingenieur dier maatschappij bleek, dat ook nog op verscheidene andere plaatsen, op particuliere terreinen boringen met hetzelfde doel — vinden van eene voldoende hoeveelheid drinkwater — zouden plaats hebben. Na afloop der werkzaamheden werden mij de grondsoorten van de 12 meest belangrijke bereidwillig afgestaan, waaraan ik nog enkele andere wensch toe te voegen, die in de laatste jaren eveneens door mij



Digitized by Google

werden onderzocht, maar waarvan de uitkomsten nog niet werden bekend gemaakt.

Het zijn: een tweetal bij de bassins der Utrechtsche Waterleiding, bij het station Soest, eene op het landgoed Ooster-Engh te Hilversum, eene tusschen Hilversum en Laren voor de Nieuwer-Amstelsche Waterleiding en eene op het landgoed Prins-Hendrik-Oord te Lage Vuursche. De grondsoorten der twee eerste werden ons tijdelijk ter onderzoeking afgestaan door den Heer MEES, toenmaals ingenieur der Utrechtsche Waterleiding, die der drie laatste ontvingen wij ten geschenke van de firma MIJNSSEN & Co. te Amsterdam, vertegenwoordigers der Hamburgsche boorfirma DESENISS en JACOBI. Ik breng hun daarvoor te dezer plaatse mijnen dank.

Ik wil beginnen met van de verschillende boringen achtereenvolgens de grondsoorten op te sommen en ze dan met elkander te vergelijken.

I. Boring 21. Te Groeneveld bij Baarn. 0 = 3,45 M. + A P.

1a. 3,45—2,7 M. Zwarte grond. a).

2a. 2,7—1,55 M. Wit zand met steentjes.

3. 1,55 M. + A.P. — 12 M. — A.P. Grof, lichtbont zand, gemiddeld van 1 m.M. korrelgrootte. Eenige keitjes van 7—8 m.M. en kleiner, van wit kwarts, kwartsiet, lydiet en zandsteen.

4. 12—16,5 M. Zeer kleihoudend zand, groengrijs van kleur.

5. 16,5—36,5 M. Boven fijn, onder grof zand met grint vermengd. Nevens de gewone Rijngesteenten ook een keitje van grijs graniet en een van veldspaath, verder kalkspaath en vuursteen.

6. 36,5—40 M. Fijn, leemhoudend zand, gewone korrelgrootte 0,3—0,4 m M.

7. 40 M. enz. Grof zand en grint, uitsluitend weder Rijndiluvium, waaronder een kwartsietkeitje van 2,5 c.M.

II. Boring 25. Overbrug over den Oosterspoorweg bij Baarn. 0 = 5,9 M. + A.P.

1a. 5,9—4,9 M. Grof zand.

2. 4,9—3,7 M. Grof Rijngrint met eenig zand, een paar kleine keitjes lichtrood en lichtgeel graniet. Die van het Rijngrint bereiken eene grootte van 2 en 3 c.M.

3. 3,7 M. + A.P. — 2,1 M. — A.P. Fijn, lichtbont zand met fijn grint.

---

a) De met a aangegeven grondsoorten werden niet door mij onderzocht; ik schrijf de verstrekte opgaven eenvoudig over.

4. 2,1—15,1 M. Grof, lichtbont zand met fijn grint.

5. 15,1—22,1 M. Fijn, lichtbont zand, kalkhoudend, met eenige stukken diluvialen zandsteen.

6. 22,1—34,1 M. Grof, lichtbont zand en fijn grint met overwegende Rijngesteenten. O. a. eene kwartskei van 5 c.M., een paarschroode kwartsiet, die slechts weinig kleiner is, en daarnevens een lichtrood granietkeitje.

7. 34,1—39,9 M. Hetzelfde zand, doch nagenoeg zonder grint, slechts enkele keitjes van 1 c.M. Spoor van graniet.

8. 39,9—40,6 M. Hetzelfde, doch geheel zonder grint.

Door de weinige afwisseling in de opeenvolging der grondsoorten, sluit zich deze boring na aan bij eene in de nabijheid van Zeist.

III. Boring 30. Den Oranjeboom bij Baarn. 0 = 8,5 M. + A.P.

1ª. 8,5—7,5 M. Donkerbruin zand.

2ª. 7,5—4,5 M. Donkergeel zand.

3. 4,5—1 M. Zeer grof zand en fijn grint, alles Rijndiluvium, grootste keitje 2 c.M.

4. 1 M. + A.P. — 7,5 M. — A.P. Lichtbont, grof zand met eenige klei, weinig keitjes, tot hoogstens 1 c.M.

5. 7,5—9,5 M. Lichtbont, grof zand, geheel als 2.

6. 9,5—35,5 M. Matig grof, lichtbont zand, 0,5—1 m.M. korrelgrootte, met enkel Rijnsche keitjes. Van boven ijzer- en leemhoudend.

Ook in deze boring is dus niet meer dan een spoor van het Gemengde Diluvium.

IV. Boring 34. Aan het brugje over de Praamgracht bij Soestdijk. 0 = 3,2 M. + A.P.

1ª. 3,2—2,2 M. Donkere aarde.

2ª. 2,2 M. + A.P. — 5,7 M. — A.P. Fijn zand met stukjes veen.

3. 5,7—11,8 M. Zwart veen met duidelijke sporen van rietstengels, met fijn wit zand vermengd.

4. 11,8—22,8 M. Fijn, wit zand, met eenig grover vermengd en met enkele keitjes, tot 1 c.M. van kwarts, kwartsiet, lydiet en grauwakke, vooral in het hoogere gedeelte.

5. 22,8—27,8 M. Iets grover zand met eenig grint vermengd, meestal van $^1/_2$ c.M. en daaromtrent. Een kwartskeitje was 4 c.M. lang en 2 c.M. breed.

6. 27,8—31,8 M. Hetzelfde, maar veel grover, zoodat het in hoofdzaak grint mag genoemd worden, met grof zand vermengd. Keitjes van 1 en 2 c.M. vrij talrijk; het grootste is een van vuursteen van 6 c.M.

Digitized by Google

7. 31,8—32,80 M. Hetzelfde als 4.

Nevens de geheele afwezigheid van Skandinaafsche gesteenten verdient in deze boring de aanwezigheid van veen de aandacht, op overeenkomstige diepte als in de boringen 5, 6 en 7.

V. Boring 39. Aan den straatweg Soest-Amersfoort, bij K.M. paal 41, dus dicht bij Soest. 0 = 5,5 M. + A.P.

1*a*. 5,5—4,5 M. Fijn, grijs zand.

2*a*. 4,5—1,5 M. Zand met veen vermengd.

3. 1,5 M. + A.P. — 5,3 M. — A.P. Donkergrijze, zandige klei.

4. 5,3—12,5 M. Fijn, wit zand, met veen vermengd, waarin herkenbare fragmenten van rietstengels.

5. 12,5—22,5 M. Fijn, wit zand, boven, korrels van 0,5 m.M. en kleiner, onder, slechts van hoogstens 0,3 m.M. Enkele keitjes van kwarts, c.s. tot $^1/_2$ c.M., glimmerblaadjes.

6. 22,5—32,5 M. Hetzelfde, maar grover, ongelijker en ruwer van korrel, zoodat het ten deele tamelijk grof is. Bevat vrij veel korrels van 0,5 m.M., enkele van 1 m.M. Tamelijk leemhoudend, waardoor het sterk samenpakt.

Geen spoor van graniet of veldspaath, anders zoude men het om de ruwheid der korrels wel voor een slibbingsproduct der steenklei kunnen houden.

7. Beneden 32,5 M. Fijn, goed gerold, wit zand. Korrelgrootte 0,2—0,5 m.M.

Het kenmerkende dezer boring is de nagenoeg geheele afwezigheid van grover materiaal, van grint. Men zoude dus het geheel vrij goed tot het Zanddiluvium kunnen rekenen, te meer daar de oppervlakte zeer dicht bij de grens van het oudere en het jongere Diluvium gelegen is. Ook hier treedt weder veen op eene diepte op, die met die der boringen 4, 6 en 7 goed overeenstemt.

VI. Boring 45. Bij Amersfoort, aan K.M. paal 45 van den straatweg naar Soest. 0 = 6,8 M. + A.P.

1*a*. 6,8—3,4 M. Zeer fijn geel zand.

2. 3,4 M. + A.P. — 1 M. — A.P. Zeer kleiachtig, fijn zand, met duidelijke plantenoverblijfselen en daardoor eenigzins veenachtig. Korrels $<$ 0,5 m.M.

3. 1—5,7 M. Wit, grof zand. Korrels 0,5—1 m.M.

4. 5,7—7 M. Fijn zand, met enkele witte kwartskeitjes, met veen vermengd (of daarmede afwisselend). Tusschen 6,6 en 7 M. zijn de plantenoverblijfselen het duidelijkst en het talrijkst, stukjes hout en

Digitized by Google

schors, meerendeels platgedrukt. Slechts weinig rietstengels, dus grootendeels overblijfselen van landplanten.

5. 7—9,2 M. Grijze, weinig zanderige klei met eenige plantenoverblijfselen.

6. 9,2 - 16,2 M. Fijn wit zand, 0,3—0,4 m.M. korrelgrootte, eenigszins leemhoudend. Enkele keitjes van wit kwarts, ook grootere van gneiss, graniet en dioriet, tot 4 en 5 c.M. in middellijn, dus in elk geval Glaciaal Diluvium (hier Gemengd Diluvium) *). Of het gelaagd of ongelaagd is, laat zich aan het boormonster niet met zekerheid uitmaken. Het eerste is wel waarschijnlijker, omdat de hoofdmassa zand en niet steenklei is en geen der keien krassen vertoont.

7. 16,2—21,9 M. Lichtbont, tamelijk grof zand, van boven leemhoudend, van onderen grover en tot grint overgaande. Korrelgrootte 0,5—1 m.M. Sporen van Gemengd Diluvium in enkele granietkeitjes.

8. 21,9—22,8 M. Lichtgroengrijze, taaie klei.

9. 22,8—23 M. enz. Grof, lichtbont zand, als 6.

In deze boring, en wij zullen zien, dat het de eenige is van deze groep, treedt dus een duidelijk ontwikkeld Gemengd Diluvium op, en wederom op zekere diepte (16—23 M.) beneden de oppervlakte. Ook hier wordt weder duidelijk veen aangetroffen en wel op eene diepte, die vrij wel overeenstemt met die der boringen 4, 5 en 7.

VII. Boring 47. Bij Amersfoort aan den grintweg naar Leusden. 0 = 6,3 M. + A.P.

1[a]. 6,3—5,3 M. Fijn, wit zand.

2. 5,3 M. + A.P. — 1,7 M. — A.P. Lichtgeel, lichtbont, fijn kwartszand met keitjes, uitsluitend Rijndiluvium. De kwartskorrels zijn slechts bij uitzondering $>$ 0,5 m M., de keitjes bereiken 0,5 c.M. en soms 1 of 2 c.M. Het onderste gedeelte is tamelijk leemhoudend.

3. 1,7—4,4 M. Wit, zeer fijn kwartszand, waarvan de korrels bijna altijd $<$ 0,5 m.M. zijn. Daarmede een aantal kleine keitjes vermengd, van hoogstens 0,5 c.M. De meeste zijn weder van kwarts, kwartsiet, zandsteen, grauwakke, enz., daarnevens een paar van vuursteen en een zeer klein van graniet.

4. 4,4—7,7 M. Zwart en donkerbruin veen, hoofdzakelijk uit stukjes hout, schors en blad bestaande, waaronder eikenhout en berkenschors nog herkenbaar zijn.

---

*) Op de platen hebben wij door kleine stippels "zand" aangegeven, door grootere "grofzand", door dikke stippels of kringetjes "keien". De roode stippels stellen zulke van Skandinaafsche gesteenten voor, zoodat men hierdoor ongeveer den "graad van gemengdheid" van het Diluvium kan schatten.

Digitized by Google

5. 7,7—10,6 M. Fijn wit zand, door veenpoeder lichtgrijs gekleurd. Daarmede zijn stukjes veen vermengd, waarin nog platgedrukte rietstengels te herkennen zijn. Op ongeveer 8 M. — A.P. is er waarschijnlijk een veenlaagje aanwezig; tusschen 9,7 en 10,6 M. — A.P. is het zand geheel veenvrij, maar eenigzins leemhoudend.

6. 10,6—10,8 M. Nog fijner, sterk leemhoudend zand.

7. 10,8—15,7 M. Grover, lichtbont kwartszand, korrels van 0,5—2 m.M. en daarboven, dus in grint overgaande. Keitjes in allerlei grootte tot 2 c.M., van de gewone Rijngesteenten, daarnevens een paar van graniet en een van kwarts met eenige aanhangende veldspaath.

8. 15,7—17,5 M. Lichtbont, fijn zand, gemiddelde korrelgrootte 0,5 m.M.; boven grover en leemhoudend, onder fijner en leemvrij. Enkele kleine keitjes.

9. 17,5—19,7 M. Boven vette, donkergrijze; onder zanderige, lichtgrijze klei.

10. 19,7—23,7 M. Grijsbruin, leemhoudend fijn zand; korrels steeds $<$ 0,5 m M.

11. 23,7—30,7 M. Hetzelfde, maar geel en minder leemhoudend, boven enkele korrels van 2 en 3 m.M.

12. 30,7—32,2 M. Sterk leemhoudend, fijn zand met eenig grof vermengd, korrels meestal kleiner dan 0,5 m.M.; enkele kwartskeitjes, waarvan een tot 2 c.M.

In deze boring is dus meer afwisseling; nevens het grove zand met grint treedt zeer duidelijk meermalen fijn zand op, benevens zelfs twee kleilagen. Het merkwaardigste blijft echter de veenlaag. Skandinaafsche gesteenten zijn ook weder hier, evenals trouwens in den regel, sporadisch.

VIII. Boring 48. Aan den grintweg van Amersfoort naar Doorn, bij mijlpaal 10, dus dichtbij en ten zuiden van Leusden. 0 = 8 M. + A.P.

1ª. 8—7,25 M. Zwarte grond.

2ª. 7,25—5 M. Grauw zand.

3. 5—4 M. Grof bont zand en fijn grint, met zeer overwegende Rijnsche gesteenten, zelden $>$ 1 c.M., soms van 2 en 3 c.M, daaronder eene kwartskei van $3 \times 5 \times 6$ c.M. Het is een duidelijk, hoewel arm Gemengd Diluvium, daar er enkele granietkeitjes in voorkomen, o.a. een van $2 \times 2 \times 1$ c.M. en een van 1 c.M^3, en een paar stukjes dioriet.

4. 4—3,5 M. Vaste, bruinachtig gele, zanderige klei, met enkele bijgemengde keitjes. Gelijkt veel op de steenklei (keileem of keimergel), maar is daarmede toch niet met zekerheid te vereenzelvigen.

Digitized by Google

5 3,5—0,6 M. Wit, matig grof en fijn zand, de meeste korrels hebben afmetingen tusschen 0,5 en 1 m.M. Daarnevens enkele kleine kwartskeitjes van een paar m.M., waarnevens sporadische veldspaath.

6. 0,6 M. + A.P. — 0,5 M. — A.P. Fijne, zanderige, lichtgrijze klei.

7. 0,5—5 M. Grof, lichtbont zand met eenig grint. Een graniet-keitje van 1 c.M. en enkele kleinere; toch hoofdzakelijk Rijndiluvium. Zandkorrels meestal van 1 m.M.

8. 5—12 M. Grof, wit zand (0,5—1,5 m.M. korrelgrootte) met eenig grint, waarin eenige kleine graniet- en veldspaathkeitjes.

9. 12—22 M. Hetzelfde.

Ook in deze boring is dus weder eenige afwisseling van grof en fijn zand en wederom hier is het Gemengde Diluvium vertegenwoordigd, maar niet veel meer.

IX. Boring 52. Aan den grintweg Amersfoort-Doorn bij K.M. paal 7, niet ver van de Pyramide van Austerlitz. 0 = 10,5 M. + A.P.

1a. 10,5—9,5 M. Fijn geel zand.

2. 9,5—3,3 M. Grof en fijn wit kwartszand, eenigzins leemhoudend. Een aantal kleine keitjes van kwarts, e.s.

3. 3,3—2,5 M. Lichtgrijze, grootendeels verweerde en lichtbruin geworden zanderige klei.

4. 2,5—2 M. Grof lichtbont zand, ijzerhoudend; korrels van 0,4—0,5 en tot 1 m.M. Enkele kleine kwartskeitjes.

5. 2 M. + A.P. — 0,5 M. — A.P. Dezelfde lichtgrijze klei als 2, maar nagenoeg niet verweerd.

6. 0,5—6,7 M. Hetzelfde zand als 3, met enkele keitjes, uitsluitend Rijndiluvium.

7. 6,7—13,5 M. Klei als 2, maar nog zandiger en grootendeels bruin verweerd.

8. 13,5—16 M. Fijn, wit zand zonder keitjes. Korrels 0,3—0,4, hoogstens 0,5 m.M. groot, eenige glimmerblaadjes.

9. 16—21,5 M. Fijn grint met grof zand, als boven. Keitjes zelden > 0,5 c.M., daaronder een van lichtroode veldspaath en een van verweerd graniet.

X. Boring 51. Tusschen Zeist en Woudenberg bij K.M. paal 86, dus niet ver van het dorp Austerlitz. 0 = 15,9 M. + A.P.

1a. 15,9—14,9 M. Zwart zand.

2a. 14,9—13,9 M. Zwart, veenachtig zand.

3. 13,9—11,9 M. Grof lichtbont, goed gerold kwartszand met eenige keitjes tot $^1/_2$ en 1 c.M., van de gewone Rijnsche gesteenten, benevens een van graniet.

Digitized by Google

4. 11,9—9,9 M. Helder, lichtbont kwartszand, iets fijner dan het vorige, korrels zelden > 0,5 m.M. Daarbij keitjes van enkele m.M. tot 1 c.M., soms 2 c.M., van wit kwarts, e.s.

5. 9,9 M. + A.P. — 5,1 M. — A.P. Hetzelfde, maar weder grover, veel meer korrels van 1 m.M. en daarboven, weinig keitjes, waaronder een van lichtgroengrijs graniet.

In hoofdzaak stemt dus deze boring geheel met de vorige overeen; de punten liggen dan ook niet ver van elkander verwijderd.

XI. Boring 50. Aan den straatweg van Zeist naar Woudenberg, bij H.M. paal 81,8, dus zeer dicht bij het dorp Zeist.
0 = 5,1 M. + A.P.

1a. 5,1—4,1 M. Zwarte grond.

2. 4,1—2,1 M. Grof zand en fijn grint. De overwegende meerderheid der steensoorten van het grint is kwarts, benevens de gewone vergezellende Rijnsche steensoorten. Een enkel keitje lichtgrijs graniet vertegenwoordigt het Gemengde Diluvium.

3. 2,1 M. + A.P. — 1,9 M. — A.P. Hetzelfde goed gerolde, lichtbonte grove zand, gemiddeld van $^1/_2$—1 m.M. korrelgrootte, met kleine keitjes, uitsluitend van zuidelijke steensoorten.

4. 1,9—10,9 M. Hetzelfde zand, maar iets fijner, korrels zelden > 0,5 m.M. Bevat eene kei wit kwarts van 5,5 × 5 × 4 c.M. en een paar kleinere. Geen graniet, maar een enkel veldspaathstukje.

5. 10,9—13,5 M. Hetzelfde, maar grover en met eenig fijn grint, waaronder een gebroken granietkeitje.

6. 13,5—19,9 M. Hetzelfde, maar veel grover en met verscheidene vrij groote keien van de gewone Rijngesteenten.

7. 19,9—22,9 M. Hetzelfde, maar fijner en met kleine keitjes.

8. 22,9—27,9 M. Grof, lichtbont zand met enkele kleine keitjes van hoogstens 0,5 c.M.

De grondsoorten dezer boring leveren dus zeer weinig verschil op. Het is in hoofdzaak grof, lichtbont zand, dat met eene grootere of kleinere hoeveelheid grint vermengd is, nu eens grover, dan eens fijner. De steensoorten zijn bijna uitsluitend van zuidelijken oorsprong, Skandinaafsche waren ter nauwernood vertegenwoordigd en alleen tusschen 3,1 en 2,1 M. + A.P. en tusschen 1,9 en 13,5 M. — A.P.

XII. Boring 49. Aan De Pan tusschen De Bilt en Amersfoort.
0 = 5,2 M. + A.P.

1a. 5,2—4,2 M. Zwart zand.

2a. 4,2—2,2 M. Geelachtig zand.

3a. 2,2 M. + A.P. — 12,75 M. — A.P. Fijn, grijs zand.

Digitized by Google

4. 12,75—19,2 M. Fijn, lichtbont zand, 0,5 m.M. korrelgrootte en daarbeneden.

5. 19,2—21,75 M. Grof lichtbont zand en fijn grint. De meeste keitjes zijn van 0,5 c.M. en kleiner, een enkel bereikt 1 c.M. Gewone Rijngesteenten, benevens een paar keitjes veldspaath en een van graniet.

6. 21,75—25,5 M. Volmaakt als 4, iets fijner.

7. 25,5—26 M Lichtgrijze, door verweering roodbruin geworden, zanderige klei.

8. 26—26,8 M. Fijn, lichtbont zand, bruin gekleurd door ijzerhydroxyd; enkele keitjes uit het Rijndiluvium.

Ook deze boring leverde geen nieuw gezichtspunt op.

XIII. Boring bij het station Soest op het terrein der Utrechtsche Drinkwaterleiding-maatschappij. 0 = 4,35 M. + A.P.

1. 4,35 M. + A.P. — 1,9 M. — A P. Grof, wit kwartszand, eenigszins leemhoudend. Korrelgrootte: boven, 0,5—0,7 en niet zelden 1 of 2 m.M., lager, 0,4—0,6 m.M.; vele korrels van melkkwarts, dat ook in grootere keitjes optreedt, van 0,5, 1 en 2 c.M.

2. 1,9—3,5 M. Grof, lichtbont zand en grint. Keitjes grootendeels van wit kwarts, verder van zandsteen, kwartsiet en grauwakke; de meeste zijn van 0,5 tot 1 en 2 c.M., allen goed gerold.

3. 3,5—9,5 M. Hetzelfde lichtbonte zand, maar fijner en zonder grint. Boven slechts enkele witte kwarts- en lydietkeitjes < 1 c.M., onder ook nog van de andere Rijngesteenten, maar < 0,5 c.M De korrelgrootte van het zand gaat 0,5 m.M. meestal niet te boven, onderaan bereiken de korrels soms 2 m.M., boven, hoogstens 1 m.M.

4. 9,5—12,2 M. Rijngrint met lichtbont zand vermengd, dat er geleidelijk in overgaat. De keitjes bestaan grootendeels uit wit kwarts en lydiet; meestal van 0,5 tot 1 c.M. en kleiner.

5. 12,2— 13,8 M. Lichtbont, matig grof zand met enkele keitjes, hoofdzakelijk kwarts.

6. 13,8—22,5 M. Grof, lichtbont zand met eenig grint, dat naar onderen in hoeveelheid toeneemt. Hier zijn de keitjes ook het grootst, tot 3 en 4 c.M., met een paar van graniet, van 2—8 m.M. De overigen bestaan natuurlijk in de eerste plaats uit kwarts, daarnevens zijn er ook van kwartsiet, grauwakke, lydiet, zandsteen, groengrijzen vuursteen. De zandkorrels zijn meestal van 0,5 m.M. en grooter, tot 1, 2 en 3 m.M., en gaan zoo over in de kleinere keitjes van 0,5 c.M. en daaromtrent.

7. 22,5—24,1 M. Fijn, ruwkorrelig, wit zand. Korrelgrootte 0,2

Digitized by Google

en 0,3 m.M., zelden 0,5 m.M. Enkele kwartskeitjes van 4 en 8 m.M. Eenigzins leem- en glimmerhoudend.

8. 24,1—29 M. Grof bont zand met ongelijke hoeveelheden grint vermengd. Korrelgrootte van het zand gemiddeld 1 m.M., de keitjes bereiken 0,5 en soms 1 c.M., boven, van 3 en 4 c.M. Daaronder ook enkele van graniet en sporen van veldspaath.

9. 29—30,8 M. Hetzelfde grove bonte zand, maar met vrij groote keien, vooral boven, tot 4 en 5 c.M., daaronder ook vuursteen.

10. 30,8—36,3 M. Grof, wit zand, fijner dan het vorige; boven zijn de korrels meestal > 0,5 m.M., onder zelden. Leemhoudend.

11. 36,3—36,6 M. Harde, blauwe klei.

12. 36,6—45,1 M. Wit, ruw, grof zand, leemhoudend. Korrels meestal 0,5, soms tot 1 m.M. groot. Enkele keitjes tot 0,5 c.M.

Na hetgeen bij de vorige boringen medegedeeld werd, valt aan deze niets meer toe te voegen. De hoofdmassa is weder grof zand en grint van het Rijndiluvium, Skandinaafsche gesteenten treden slechts sporadisch op en eerst op zekere diepte.

XIV. Boring 2 bij het station Soest. 0 = 4,35 M. + A.P.

1. 4,35 M. + A.P. — 4 M. — A.P. Fijn, wit zand, meeste korrels tusschen 0,3 en 0,5 m.M., hier en daar is het leemhoudend en bevat het eenige keitjes, van 0,5 tot 1 en soms tot 2 c.M., van kwarts, lydiet, enz.

2. 4—6,5 M. Lichtbont, grof zand, met eenig grint vermengd. Gewone korrelgrootte 0,5—1 m.M., die der keitjes 0,5—1 c.M., soms nog iets grooter. Nevens bovengenoemde gesteenten kwam er ook een enkel lichtrood keitje van graniet voor en een ander van veldspaath.

3. 6,5—10 M. Matig grof, wit zand, zeer gelijkende op 1. Korrelgrootte gewoonlijk 0,5—0,6 m.M. IJzer-, maar weinig leemhoudend. Een paar kwartskeitjes van nagenoeg 1 c.M.

4. 10—20,5 M. Grof lichtbont zand, gewone korrelgrootte 0,5—0,7 m.M. Daarnevens kleine keitjes van 3—4 m.M. tot 1 en 2 c M. en zelfs nog grooter, vooral in het onderste gedeelte. Nevens kwarts, e. s., ook grijze vuursteen en lichtroode zandsteen. De eerste had eene lengte van 4 c.M. en eene breedte van 3 c.M., de laatste woog 540 G.

5. 20,5—23 M. Grover lichtbont zand en grint; in het eerste zijn evenveel korrels van 1 m.M. als van 0,5—1 m.M. De keitjes zijn in het bovenste gedeelte veel talrijker dan in het onderste; de meeste zijn omstreeks 0,5 c.M. groot, sommige bereiken 1 c.M. Nevens de gewone steensoorten werden een paar kleine granietkeitjes en een veldspaathkeitje gevonden.

6. 23—31,6 M. Grof wit zand, leem- en ijzerhoudend; korrel-

Digitized by Google

grootte 0,5—1 m.M. Keitjes van de gewone Rijngesteenten, van $^1/_2$—1 c.M., in geringe hoeveelheid bijgemengd.

Na de opmerkingen bij de vroegere boringen gemaakt, kunnen wij volstaan met daarheen te verwijzen.

XV. Boring te Hilversum, op het buitengoed Ooster-Engh van den Heer HOLTZMANN. 0 = 5,5 M. + A P. ongeveer.

1. 5,5 M. + A.P. — 1,1 M. — A.P. Grof zand met humus, verscheidene kleine kwartskeitjes tot 8 m.M., en een van graniet.

2. 1,1—2,5 M. Ruw lichtbont zand, met veel leem vermengd, gemiddelde korrelgrootte 0,5 m.M. Enkele kwarts-, veldspaath- en granietkeitjes van 3 m.M.

3. 2,5—7,9 M. Grover, lichtbont zand, gemiddeld 0,5—0,7 m.M. Verscheidene keitjes kwarts, kwartsiet, enz. tot 1 en 1½ c.M.

4. 7,9—15,3 M. Fijn, lichtbont zand, goed gerold. Enkele kwartskeitjes tot ½ en 1 c.M.

5. 15,3—22,5 M. Fijn bont zand met vrij veel korreltjes vuursteen en lydiet, gemiddeld 0,3—0,5 m.M. Glimmerhoudend.

6. 22,5—27,1 M. Fijn en matig grof zand, dat geleidelijk in fijn grint overgaat, tot ½ c.M. groot.

7. 27,1—31,1 M. Hetzelfde, maar fijner. Korrels gemiddeld slechts 0,2 m.M. groot; kleine kwartskeitjes van ½ c.M.

Ook deze boring had weder een zeer eentonig beloop; de sporen graniet komen hier hoog voor, in vergelijking met de andere boringen.

XVI. Boring der Nieuwer-Amstelsche Waterleiding, tusschen Hilversum en Laren. Hoogte van het nulpunt onbekend *).

1. 1,1—18,6 M. Matig grof en fijn zand, boven iets grover dan onder. Gemiddelde korrelgrootte 0,5 m.M. Tusschen 10 en 17 M. eenige keitjes, vooral van wit kwarts, tot 1 en 1½ c.M., met een paar van graniet.

2. 18,6—18,9 M. Donkerbruine klei met zand vermengd.

3. 18,9—32,1 M. Ruw, wit zand, iets grover dan 1, veel korrels > 0,5 m.M. tot 0,8 en 1 m.M. Enkele keitjes tot 1 c M. van wit kwarts, kwartsiet, lydiet en phylliet.

4. 32,1—37,25 M. Grof, lichtbont zand, geleidelijk in fijn grint overgaande; gewone Rijnkeitjes tot 1 c.M. groot, waaronder vrij veel van zandsteen, nevens kwarts. Tusschen 36 en 37 M. een paar korreltjes graniet en veldspaath.

*) Tijdens het afdrukken ontvingen wij de mededeeling, dat het nulpunt der boring is gelegen op 8,4 M. + A.P.

Digitized by Google

5. 37,25—38,8 M. Zeer fijn kwartszand, hoogstens 0,3 m.M. korrelgrootte, zeer zelden 0,5 m.M.; veel donkergrijze en zwarte kiezelschieferkorrels.

6. 38,8—50 M. Grover zand, zelden fijner dan 0,5 m.M., plaatselijk zeer veel korrels van 1 m.M. en zelfs daarboven, waardoor een overgang tot fijn grint plaats heeft. Hier en daar glimmerblaadjes. Enkele korrels en kleine keitjes veldspaath en graniet.

Ook in deze beide boringen waren Skandinaafsche gesteenten dus niet meer dan sporadisch aanwezig; zij kwamen vrij hoog voor, in onderscheiding met de voorgaande boringen. Zand was in beiden ook weder de hoofd-, grint, bijzaak.

XVII. Boring op het buitengoed Prins-Hendrik-Oord van den Heer Boissevain, bij Lage Vuursche. Ligging van het nulpunt onbekend.

1. 0—1 M. Zwart, kruimelig moerasveen, van boven met fijn zand vermengd. Alluvium.

2. 1—4,5 M. Fijn, helder kwartszand, door plantenstoffen chocoladebruin gekleurd, gemiddeld 0,4 m.M. korrelgrootte. Daarin op ongeveeer 2 M. een aantal vezeltjes en vliesjes, overblijfselen van moerasplanten.

3. 4,5—14 M. Iets grover zand met zeer kleine keitjes van 2 m.M. van wit en blauwgrijs kwarts, van lydiet, enz.

4. 14—20,3 M. Grof, sterk leemhoudend zand, met enkele kwartskeitjes tot $^1/_2$ c.M.

5. 20,3—26,5 M. Matig grof, lichtbont, leemvrij zand met zeer weinig keitjes, vooral beneden.

6. 26,5—28,5 M. Grover, lichtbont zand en fijn grint; eenige keitjes van 1 en 1,5 c.M.

7. 28,5—31 M. Zeer fijn, glimmerhoudend zand, gemiddeld slechts 0,2 en 0,3 m.M. groot.

8. 31—38 M. Grover lichtbont zand, dat naar beneden fijner wordt. Enkele keitjes, vooral van kwarts, e. s. van $^1/_2$ en 1 c.M., waaronder een stukje lichtrood graniet, op 34 M.

9. 38—41 M. Grijze, ruwe zanderige klei met grof zand vermengd en met enkele kleine keitjes. Deze mag echter niet als steenklei beschouwd worden.

10. 41—50 M. Zeer fijn, wit kwartszand, geheel als van 7. Gemiddeld 0,3—0,3 m.M.; glimmerhoudend.

11. 50—51 M. Dezelfde klei als 9, maar met minder zand en steentjes.

Over het geheel is dit dus weder eene tamelijk nietszeggende boring, die geologisch alleen beteekenis verkrijgt door vergelijking met an-

Digitized by Google

dere. Het Gemengde Diluvium is ook wederom hier zeer gebrekkig ontwikkeld, evenals bij de meeste der voorafgaande.

Onderlinge vergelijking der boringen en gevolgtrekkingen.

Wanneer men de verschillende boringen met elkander vergelijkt, dan vallen eenige zaken in het oog.

Bijna alle zijn verricht in het zoogenaamde Grintdiluvium en het blijkt wederom hier, dat deze benaming niet al te letterlijk moet opgevat worden. In plaats toch van opeengehoopte keien van 1 c.M. en daarboven, wordt overal in hoofdzaak zand aangetroffen, waarmede dan een grootere of kleinere hoeveelheid grint vermengd is. Dit is trouwens een bekend verschijnsel, dat men overal in onze hoogere heidestreken en in de daar gemaakte spoorwegingravingen waarneemt. Grof zand is er steeds de hoofdzaak. Een werkelijk grint, zooals wij daareven aanduidden, komt eerst meer zuidelijk voor, waarop ook reeds Erens in zijne: „Formations diluviennes du sud des Pays-Bas" (Archives Teyler, 1891) opmerkzaam maakte.

Ook ziet men, dat met het grovere zand (waarin dan grint) een fijner zand afwisselt en dat af en toe in eene boring klei optreedt. Evenmin als de grenzen tusschen fijn en grof zand of tusschen de min of meer goed onderscheidbare wijzigingen van het grove zand met elkander overeenstemmen, zoo is dit ook met de klei het geval. In de eene boring treedt die op eene bepaalde diepte op, in de andere op eene geheel andere diepte of wel ontbreekt geheel. Zelfs bij de beide boringen 13 en 14 der Utrechtsche Waterleiding bij het Station Soest is zulks het geval., hoewel zij zoo dicht nevens elkander verricht werden. Van goed doorloopende lagen is dus nergens sprake. Toch is het geloof in zulke lagen nog zeer algemeen verspreid en meent men, dat indien eene grondsoort — of daarin bevat drinkwater — op een bepaald punt op eene zekere diepte wordt aangetroffen, dit op een ander punt, soms tien- of honderdtallen van meters verwijderd, ook het geval moet zijn. De oorzaak dezer populaire (niet „volks"-) meening is niet ver te zoeken, daar in de geologie de behandeling der sedimentaire *lagen* schering en inslag is, maar wat elders en in den regel geldt, kan daarom niet zonder meer op ons land worden toegepast. Het onderzoek eener zanderij of eener spoorwegingraving leert onmiddellijk, dat werkelijke lagen inderdaad voorkomen, maar slechts over geringe uitgestrektheid en dat zij dan dikwijls plotseling ophouden om door eene meer of minder verschillende grondsoort vervangen te worden. Niet zelden ziet men ook

zulk eene laag in horizontale richting langzamerhand dunner en dunner worden, terwijl daarboven en daarbeneden andere grondsoorten optreden, waarmede juist het omgekeerde plaats heeft. In plaats van „*lagen*" heeft men „*lenzen*" en deze „*lensvormige bouw*" van ons Diluvium is de hoofdoorzaak van de onregelmatigheid in de opeenvolging der grondsoorten bij de beschreven boringen.

Wat de steensoorten van het grint en de zandkorrels betreft, zoo is de overwegende massa daarvan uit het zuiden, van den Rijn (en misschien ook ten deele van de Maas) afkomstig. Wit kwarts en zwarte kiezelschiefer komen verreweg het meest voor, daarnevens verschillend gekleurde kwartsieten, zandsteen, granwakke, phylliet, enz. Vuursteen, vooral de donkere verscheidenheden, is om zoo te zeggen eene neutrale steensoort, die even goed uit het zuiden als uit het noorden afkomstig kan zijn.

Duidelijk gekenmerkte Skandinavische gesteenten, als graniet, gneiss, dioriet, amphiboliet, enz. komen in al de boringen slechts sporadisch voor, met uitzondering van eene, VI, bij kilometerpaal 45 aan den straatweg van Amersfoort naar Soest, dus dicht bij de stad. In deze werden tusschen 9,2 en 16,2 M. — A P. in een fijn, wit, eenigzins leemhoudend zand, 3 vrij groote keien van graniet, gneiss en dioriet, tot 4 en 5 c.M. in middellijn, aangetroffen. De omgevende grondsoort maakt het onwaarschijnlijk, dat wij hier met de Grondmoraine, het Ongelaagde Glaciale Diluvium te doen hebben; evenals de andere monsters rekenen wij ook dit tot het Gelaagde Glaciale Diluvium. Trouwens in de spoorwegingravingen te Maarn en te Hilversum hebben wij nog veel grootere noordsche keien in duidelijke *lagen* zand en grint waargenomen.

Waar in de andere boringen Skandinaafsche gesteenten voorkomen is dit in zeer geringe hoeveelheid. Ook hier geldt dus weder de regel, die wij zoo dikwijls bij onze vroegere onderzoekingstochten waarnamen en ook in onze „Contributions II" weergaven, o. a.:

Pag. 38. „Les roches plutoniques y (Hettenheuvel) étaient rares et seulement représentées par quelques granits".

Pag. 59. „Quant aux roches, celles d'origine septentrionale n'y (Lemelerberg) sont que représentées".

Ook hier zijn dus de noordsche gesteenten vertegenwoordigd (en niet meer), juist voldoende om het zand met grint tot een Gemengd Diluvium te stempelen.

De afwisseling van lenzen met dit schrale Gemengde Diluvium en met zuiver Rijndiluvium laat zich gemakkelijk verklaren. Bij de aanwezigheid van het Skandinaafsche Landijs vermengden zich zijne smeltbeken met takken van den Rijn. Deze vermenging had nu

Digitized by Google

eens hier, dan eens daar plaats en zoo kon het ook zeer goed gebeuren, dat de vermenging meermalen uitbleef en er aanzienlijke massa's zuiver Rijndiluvium werden afgezet en terzelfder tijd en op geringen afstand weder een min of meer duidelijk Gemengd Diluvium. Op allerlei denkbare wijzen konde dit natuurlijk afwisselen.

Vergelijkt men nu de diepten, waarop dit schrale Gemengde Diluvium voorkomt, dan ziet men, dat dit in vele gevallen op eenige meters onder de oppervlakte plaats heeft. Een bijzonder gewicht hechten wij aan deze omstandigheid niet, te meer, daar de bovenste grondsoort bij de boringen der Duinwatermaatschappij niet werd verzameld en dus daarin ook nog zeer goed kristallijne gesteenten vertegenwoordigd kunnen zijn. Het is voornamelijk in verband met het volgende en meest belangrijke verschijnsel, dat het bovengenoemde onze aandacht trok. Wij bedoelen de aanwezigheid van *veen*.

Bij de boring 17 op Prins-Hendrik-Oord bij De Vuursche, werd ook veen aangetroffen, maar geheel aan de oppervlakte, zoodat wij daarbij — als waarschijnlijk alluviale vorming — niet langer behoeven stil te staan.

Van grooter belang is het diepere veen in de boringen 4, 5, 6 en 7 en wel op diepten, die vrijwel met elkander overeenstemmen; daarbij liggen deze boringen in elkanders nabijheid en ten naastebij op eene rij. 7 (bij en ten zuiden van Amersfoort) heeft het veen tusschen 10,6 en 4,4 M. — A P.; 6 (bij en ten westen van Amersfoort), tusschen 7 en 5,7 M.; 5 (mijlpaal 41 bij Soest) tusschen 12,5 en 5,3 M. en 4 te Soestdijk (brugje Praamgracht) tusschen 11,8 en 5,7 M. Tusschen 5,7 en 7 M. ligt dus bij allen veen, wat in verband met de onderlinge ligging der boorpunten zeer zeker niet toevallig is, maar eene bepaalde verklaring behoeft.

De oppervlakte dezer 4 punten ligt achtereenvolgens op 6,3, 6,8, 5,5 en 3,2 M., waar dus evenmin eene bepaalde daling van Z.O. naar N.W. uit valt op te maken als uit de beneden- of bovengrens van het veen. In 7 ligt er boven het laatste nog fijn en grof zand (het eerste met enkele noordsche keitjes); in 6, grof en leemhoudend fijn zand; in 5 klei en in 4 eveneens fijn zand. Wat er boven ligt is dus iets soortgelijks als wat er onder ligt en wij komen er derhalve van zelf toe dit geval te vergelijken met het voorkomen van veen in lagen of lenzen bij de boringen te Utrecht en Gorkum.

Wij beschreven deze het laatst in een artikel in het Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap van 1891, getiteld: „Wat eenige diepe Putboringen ons geleerd hebben". Te Utrecht werden een drietal diepe boringen uitgevoerd, waarvan wij de diepste en nauwkeurigst onderzochte, die van het Vreeburg, als type kiezen.

G 2

Digitized by Google

De drie onderdeelen, die wij voor het diluviale gedeelte aannamen, zijn hier en te Gorkum als volgt begrensd.

1°. bovenste grover gedeelte, met grint:

Utrecht 1,25—29 M. — A.P. Gorkum 9—30 M. — A.P.

2°. middelste, fijner gedeelte, met veen en klei, zonder grint:

Utrecht 29—69 M. — A.P. Gorkum 30—68 M. — A.P.

3°. onderste, grover gedeelte, met grint:

Utrecht 69—150 M. — A.P. Gorkum 68—126,5 M. — A.P.

Zooals wij (l.c.) op bladz. 21 uiteenzetten, zoude er geene reden zijn de middelste afdeeling als Diluvium te beschouwen, wanneer deze niet tusschen de beide andere gelegen was, omtrent wier diluviale natuur geen twijfel mogelijk is. Te Utrecht is het grint der bovenste afdeeling zelfs grover dan dat der onderste. Om de drie afdeelingen geologisch te verklaren, stonden wij voor het volgende alternatief: „1°. Het geheel als Grintdiluvium te beschouwen, dat „trouwens, blijkens gedane waarnemingen in spoorwegingravingen, „soms voor een groot gedeelte uit zand met klei bestaat. 2°. De „middelste afdeeling als een *interglaciaal Zanddiluvium* te beschouwen „en de bovenste als een jonger Grintdiluvium, dat aan den tweeden „IJstijd beantwoordt. Al heeft de tweede Skandinaafsche IJsbe„dekking ons land hoogstwaarschijnlijk niet bereikt, zoo is het toch „zeer goed denkbaar, dat dezelfde oorzaak, die eene kleinere uit„breiding van het Skandinaafsche Landijs bewerkte (lagere tempera„tuur en vermeerderde neerslag), ook het afvoer-vermogen der ri„vieren vergrootte.

„3°. Eene verdere mogelijke verklaring zoude nog zijn, dat afdee„ling 2 werkelijk aan het gewone Zanddiluvium beantwoordt, maar „dat afdeeling 1 slechts eene plaatselijke grintafzetting is, misschien „eene verplaatste massa van de naburige heuvels".

Bij het onderzoek der thans behandelde boringen kwam ons deze beschouwing voor den geest en bij eenig nadenken scheen het ons wenschelijk toe deze te vereenvoudigen door de tweede en derde mogelijkheid met elkander te vereenigen. Naarmate het Landijs zich namelijk terugtrok werden de oppervlakten, die bloot kwamen, aan de gewone denudatie prijs gegeven, die door de langzame verbetering van het klimaat gaandeweg in intensiteit verminderde, evenals het afvoer-vermogen der rivieren. Wij kunnen ons voorstellen, dat er toen (in het Interglaciale Tijdvak) ongeveer dezelfde toestanden heerschten als thans, misschien zelfs nog iets gunstigere. Vervolgens trad het tweede IJstijdvak in en daarbij werden, ook in ons land, de klimatische toestanden ongunstiger, die wij

Digitized by Google

waarschijnlijk met die van den door ons (en voor ons land) Praeglacialen Tijd het best kunnen vergelijken. Ten tweeden male voerden onze rivieren grovere bestanddeelen af dan thans, zetten zij grint af op plaatsen, waar nu slechts zand wordt aangevoerd, en zand, waar zich nu klei afzet. Ook werden de heuvels weder aan eene sterkere denudatie (afspoeling) onderworpen en konden plaatsen, waar zich intusschen slechts zand had neergezet, of die geheel tot rust waren gekomen en waar zich onder gunstige omstandigheden veen had gevormd, weder door grof zand of door grint bedekt worden. De aanwezigheid van kleine noordsche keitjes boven dit veen (o.a. in boring VII), levert geen bezwaar op tegen deze veronderstelling, omdat natuurlijk het verplaatste Gemengde Diluvium ze even goed kan bevatten als het onverplaatste. Het is dus de vergelijking dezer boringen met de oudere van Utrecht en van Gorkum, die er ons toe kan brengen ook het onderaardsche veen tusschen Amersfoort en Soest als interglaciaal te beschouwen en het hooger liggende zand en grint als bis-preglaciaal. Uit deze beschouwingen volgt natuurlijk onmiddellijk, dat in verscheidene der andere boringen dit ook voor het hoogere zand en grint het geval is, doch wij zien volstrekt geen middel om dit Gemengde Diluvium van den eersten en van den tweeden IJstijd van elkander te onderscheiden. Theoretisch is er dus zulk eene grensscheiding te trekken, praktisch is dit onmogelijk, tenzij er zulk eene goed gekenmerkte tusschenvorming aanwezig is als in de bedoelde 4 boringen.

Gaan wij nu nog den onderkant van het veen na, dus de oppervlakte, waarop dit gevormd is, zoo is deze te Z. Amersfoort (VII) op 10,6, te W. Amersfoort (VI) op 7, te Z. Soest (V) op 12,5 en te Soestdijk (IV) op 11,8 M. — A.P. Eene bepaalde regelmatige daling is hier dus niet te erkennen en het verlokkende denkbeeld hier de sporen van een oud- (interglaciaal) rivierbed te vinden, dat vrij wel evenwijdig aan de Eem van tegenwoordig zoude loopen, ligt dus niet zoo onmiddellijk voor het grijpen en is niet te bewijzen.

Tegen deze beschouwingen doen zich echter een tweetal bezwaren op, die niet gering te schatten zijn.

Vooreerst de diepteligging van de veenlaag onzer boringen, vergeleken met die van het middelste (misschien interglaciale) gedeelte der twee diepe boringen. De eerste cijfers slingeren tusschen 12,5 en 4,4 M. — A.P., de laatste tusschen 69 en 29 M. — A.P., dus een groot verschil. De aanwezigheid van zoetwatervormingen (en ondiepe-zeevormingen, ook op nog grootere diepte) is gemakkelijk te verklaren door de seculaire daling van onzen bodem, maar wanneer deze daling te Utrecht en Gorkum voor interglaciale (?) lagen

zoo aanzienlijk is, dan is het moeilijk in te zien, waarom zij voor Amersfoort en Baarn betrekkelijk zoo gering zoude zijn en maakt dit aanzienlijke diepteverschil de gelijkheid van ouderdom zelfs vrij onwaarschijnlijk.

Wij kunnen de veenbedding ook vergelijken met dergelijke dichter in de buurt en wel met de in onze „Contributions à la Géologie des Pays-Bas, III". (Archives du Musée Teyler. 1887.) op plaat VII afgebeelde. Wij treffen daar een negental boringen aan, waarin eveneens veen werd doorboord op diepten, die met onze 4 boringen vrij goed overeenstemmen. Het zijn VII. Spakenburg 8,5—13,5 M ; XV. Nieuw-Baarn 10—11 M.; XVI. Peking te Baarn 7—12 M.; XVIII. Eemnes-buiten 6—10 M.; XX. Amersfoort 5,2—7,9 M.; XXI. Idem 7,1—7,8 M.; XXII. Idem 7,7—8,4 M.; XXIII. Idem 3,8—10,1 M. en XXIX. Ederveen bij het station Veenendaal 6,45—9,35 M. — A.P.

Omtrent den ouderdom der veenlaag in eenige dezer boringen hebben wij eene bepaalde vingerwijzing, namelijk van VII, XVIII, XX, XXI, XXII en XXIII. Hier ligt de veenlaag steeds *boven* het zoogenaamde Eemstelsel, dat wij als jongdiluviaal, ongetwijfeld als postglaciaal leerden kennen en dat onder Amsterdam en Diemerbrug in rechtstreeksche voortzetting is met het oude Alluvium. De faunistische grens valt onder Diemerbrug zelfs volstrekt niet samen met eene petrografische. Is nu de veenlaag tusschen 5,2 en 10,1 M. — A.P. onder de stad Amersfoort zelve jongdiluviaal, dan is het zeer zeker nog al onaannemelijk te veronderstellen, dat eene veenlaag, die bij een paar andere boringen vlak bij Amersfoort werd aangetroffen en wel op 4,4—10,6 M. — A.P. (VII, begin Leusdensche Weg) en op 5,7—7 M. — A.P. (VI, begin Soester Weg) niet daarmede in rechtstreekschen samenhang zoude zijn. De twee andere boringen, ten Z. en N.W. van Soest, volgen dan van zelf. In de Amersfoortsche (stads) boringen is het veen jonger dan het Eemstelsel, dus het hooger liggende zand van zelf ook; zeer waarschijnlijk geldt dus hetzelfde ook van het bovenveensche zand en de klei der boringen IV—VII van dit verslag.

Wat de ligging dezer 4 punten aan de oppervlakte betreft, die wij midden-November bezochten, zoo geldt daarvan het volgende.

VII ligt aan het begin van den Leusdenschen grintweg, vlak bij de groote, nieuwe kazerne, nog op het onderste gedeelte van den voet des Amersfoortschen Bergs en volgens de geologische kaart nog op het Grintdiluvium (Gemengd Diluvium). Van het punt der boring af stijgt het terrein gaandeweg sterker bergwaarts en men bemerkt tevens, dat het zand in deze richting voortdurend grover en rijker aan keitjes wordt, dus dat het waarschijnlijk van den berg is afge-

Digitized by Google

spoeld en tevens geslibd. Het punt der boring VI is merkbaar verder van den voet van den berg verwijderd en ligt op een stuifzandterrein en daardoor eenigzins abnormaal hoog. Punt V ligt zeer duidelijk op de helling van den Engeberg bij Soest; punt IV daarentegen in eene laagte, eene natuurlijke geul tusschen den voet van den Lazarusberg bij Soest en de hoogere gronden van Hilversum-Baarn. De drie laatste punten liggen, volgens STARING's Kaart, op het Zanddiluvium.

Nemen wij den geringeren ouderdom van het veen onzer 4 boringen aan, dan volgt daaruit dus dat de afzetting van het zand der oppervlakte in nog lateren tijd moet geschied zijn, dat dus het vervlakken onzer heuvels nog lang heeft voortgeduurd en niet onwaarschijnlijk tot in het tegenwoordige of Alluviale Tijdvak. Wij komen hier dus alweder tot dezelfde slotsom als bij de beschouwing onzer waarnemingen aan het Merwedekanaal en aan den Nieuwen-Maasmond, omtrent het alluviale karakter van een goed deel van ons zand, eene beschouwing, die wij zouden kunnen wedergeven in het paradox klinkende: „Een deel van ons Diluvium is Alluvium".

Utrecht, November 1892.

Digitized by Google

N°. 11.

EENIGE ONDERZOEKINGEN IN DEN NIEUWEN MAASMOND.

DOOR

Dr. J. LORIÉ.



In het begin van October 1890 en later werden door mij eenige bezoeken gebracht aan de doorgraving voor den Nieuwen-Maasmond om daar, zoo mogelijk, geologische waarnemingen te doen. Zulks is mij dan ook eenigermate gelukt, zooals uit het volgende moge blijken.

Bij mijn eerste bezoek was de Maasmond bewesten den, toen nog bestaanden, grintweg van de halte Capelle-Nieuwe Vaart naar Dussen, reeds geheel met water gevuld en viel er dus hier zoo goed als niets meer waar te nemen, daar ook de taluds geheel waren bijgewerkt. Ten O. van genoemden grintweg tot Hagoort, waar het Oude Maasje eene bocht maakt naar het Z.Z.W., om spoedig daarna weder in de gewone westelijke richting te vloeien, was toen eene zeer geschikte ingraving, voldoende diep en droog. De oppervlakte van het maaiveld (of de hoogte van het zomerpeil, die op de Topografische Kaart meermalen verwisseld worden), bedraagt 0,4 of 0,3 M. + A.P. en bestond — voor zooverre zichtbaar — uitsluitend uit bruine klei. Niet onmogelijk is het echter, dat hier of daar — doch plaatselijk — het onderliggende zand aan de oppervlakte komt; zulks werd echter niet door mij waargenomen.

In den regel is deze bruine klei 2—4 d.M. dik (meermalen nog dikker) en zijn hare 5—10 bovenste centimeters door humus zwartgekleurd. Meestal rust zij op lichtblauwgrijze, zoogenaamde blauwe klei, die soms tot 4 M. dikte kan bereiken, zooals ik in Mei 1891 waarnam. Dikwijls omsluit deze grootere of kleinere stukken veen.

De grens tusschen de beide kleiverscheidenheden is meestal niet zeer scherp te trekken; soms bemerkt men er het volgende verschijnsel. Op eene doorsnede ziet men uit de bruine in de blauwe klei, bruine, wortelvormig vertakte strepen tot op eene geringe diepte

afdalen. Fig. I. Dit zijn niets anders dan de verticale doorsneden van zich vertakkende spleten, het gevolg van het indrogen in den zomer en het begin van eene gedeeltelijke verweering (of oxydatie) der blauwe klei tot bruine. Dit is dus in het klein, wat men in elke steengroeve in het groot kan waarnemen.

Op een paar andere punten ziet men wit zand op verschillende wijzen optreden, tusschen de beide kleiverscheidenheden. Soms komt het zand rechtstreeks tot aan de ondervlakte der bruine klei en dus tot op zeer geringen afstand van de oppervlakte, soms ligt er nog eenige blauwe klei boven Een profieltje, waarin beide gevallen zich tegelijkertijd voordoen, geven wij weder in figuur II.

In het zand en in de bruine klei komen de gewone zoetwaterschelpjes voor: Bythinia, Limnea, Valvata, Cyclas, maar gewoonlijk beschadigd en weinig talrijk. Verreweg de meeste en gaafste worden in de blauwe klei aangetroffen, die dan ook in rustig water is bezonken (in tegenstelling van het zand) en steeds rustig is gebleven (in tegenstelling van de bruine klei, die de werking van vorst en droogte heeft ondervonden). Een paar malen meende ik in de blauwe klei een brokstuk eens Mytilus edulis te zien, maar telkenmale bleek het tot eene Anodonta te behooren. Er is hier dus eene ontwijfelbare zoetwatervorming, zooals eenige weinige *feitelijke waarnemingen* leeren, en er bestaat geene reden om deze klei als zeeklei te beschouwen, zooals STARING zulks op zijne geologische kaart — op *theoretische gronden* — deed.

Op ongeveer $^1/_4$ van genoemden grintweg tot aan de bocht van het Oude Maasje bij Hagoort werd eene veenmassa doorsneden, die echter niet aan de oppervlakte kwam (evenmin als elders), maar nog door ongeveer 1 M. klei bedekt was (fig. IV). Aan weerszijden helden de kanten dezer veenmassa ongeveer 25°, in het vlak van doorsnede (N.W.—O.Z.) had zij eene middellijn van 230 M. In enkele stukken veen zat vrij veel Vivianiet en in het onderste gedeelte waren eenige boomstammen zichtbaar, van hoogstens 1 d.M dikte.

Wij hebben hier dus voor ons een overblijfsel van de vroegere, veel uitgestrektere veenlaag, waarvan ook bij het ontstaan van den Biesbosch eene groote hoeveelheid werd weggeslagen Indertijd was hier dus eene veenbank, zoo niet een veeneilandje, dat later geheel bedolven werd onder de rivierafzettingen, volkomen overeenkomstig aan de door den heer VAN BEMMELEN, bij zijn onderzoek van het pas drooggemaakte IJ, ontdekte. (*Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen* 1886. *Bijdrage tot de Kennis van den alluvialen Bodem van Nederland.*)

In ditzelfde kanaalpand komen verder N O. nog eenige kleinere

veenkopjes voor den dag, die minder duidelijk zichtbaar zijn. Een daarvan, ter weerszijden van den (verdwenen) grintweg naar Dussen had eene middellijn van 150 M. Over het geheel werd in het volgende kanaalpand (Hagoort-Drongelen) aan den noordoever meer veen doorsneden dan aan den zuidoever.

Boven dit veen werd, zooals uit fig. IV blijkt, blauwe en bruine klei aangetroffen. Op sommige punten is de dikte der laatste aanzienlijker dan in deze figuur en kan 1, soms 2 M. bereiken, volgens mededeeling van Jhr. Everts, Adjunkt-Ingenieur. Het zand der ingraving, in natten toestand blauw, in drogen wit, is dus volstrekt geen Zanddiluvium, maar geologisch even oud als de blauwe klei, waarmede het afwisselt, en dus zeer jong, in elk geval „Alluviaal Rivierzand". Een laagsgewijze bouw was er meestal zeer duidelijk in waar te nemen, soms viel die nog meer in het oog door eene afwisseling van 4—10 c.M. dikke zandlaagjes met dunne laagjes blauwe klei. Fig. III. Daar, waar het zand op eene doorloopende laag klei rustte, was deze van boven weder door oxydatie bruin geworden, evenals het zand zelf, soms 1—1½ M. onder de oppervlakte. De zuurstof der lucht moet dus hier, in water opgelost, *van ter zijde* toegang hebben gevonden om de blauwe klei te oxydeeren (of liever om de reductie der bruine tot blauwe klei tegen te gaan of wederom op te heffen, want tijdens hare afzetting uit het zuurstofhoudende stroomende rivierwater is de klei steeds bruin of geel). Dat de zuurstoftoetreding in ons profieltje van ter zijde (door eenen grondwaterstroom) en niet rechtstreeks van boven moet hebben plaats gevonden, blijkt overtuigend uit de aanwezigheid van blauwe kleilaagjes dichter bij de oppervlakte.

Dat ook in het Alluvium de, in het Diluvium zoo gewone, lensvormige bouw optreedt, was goed zichtbaar in een profieltje aan de nieuwgegraven wetering ten N. van en evenwijdig aan de nieuwe rivier. Hier was eene 80 M. lange en 1½ M. dikke zandlens doorsneden en geheel door blauwe klei omgeven, behalve van boven, waar de bruine klei er onmiddelijk op rustte (fig. V.). Op geringen afstand kwamen nog eenige andere, ten deele grootere, zandlenzen op geheel overeenkomstige wijze voor.

Meermalen bleek ook hier, dat de zandlaagjes niet altijd horizontaal zijn, maar soms westwaarts hellen onder eenen hoek van 20°. Wij waren in de gelegenheid hiervan een goed profieltje te teekenen, en wel in het volgende vak der nieuwe rivier, ten O. van Drongelen tot den Elshoutschen Dijk. Hier is onder eene horizontale kleilaag, ter dikte van ½ M., een geheel stelsel te zien van afwisselende klei- en zandlagen, de eersten gewoonlijk 1 d.M., de laatsten

2 d.M. dik; allen hellen van boven ongeveer 10⁰ naar het W., van onderen steiler.

Eerst werd dus het veen door het heen en weer stroomend rivierwater weggeslagen en daarna de gevormde geul weder toegeslibd, eerst snel en in levendige strooming, waarvan de hellende lagen getuigenis afleggen; later langzaam en gelijkmatig, waardoor de horizontale kleilaag *discordant* er op werd afgezet. In het groot en in het klein is het toeslibben dus periodiek gegaan. Nog meer in het klein is dit wederom het geval, daar in eenige der hellende zandlagen nog fijnere kleilaagjes te zien zijn, echter te fijn om uit te teekenen. Dat de laagjes in werkelijkheid naar het Z.W. hellen (en niet naar het Z., zooals uit de teekening zoude schijnen te blijken) werd een honderdtal meters verder bewezen, waar eene N.W.—Z.O. gerichte doorsnede aanwezig was, met de gezamenlijke laagjes in horizontalen stand.

Ook in dit kanaalpand zijn de verschillende grondsoorten zeer ongelijk ontwikkeld, het veen gewoonlijk het minst. In nauw verband met deze grondsoort staat het ijzerhoudende water, dat overal in de drooggehouden ingraving den bodem bedekt en zijn ijzergehalte gaandeweg afzet. Men ziet het aan de wanden der ingraving uitvloeien, uitsluitend op de grens tusschen blauwe klei en veen, en ook daar, waar het thans niet meer uitvloeit, was zulks vroeger het geval blijkens de bruine strepen, de plaatsen, waar het vroeger overheen vloeide. Deze zijn uitsluitend op het veen te zien en nooit hooger dan de genoemde grensafscheiding. Waar de veenoppervlakte aan de wanden gedroogd is, kan men ze, behalve door de donkere kleur, de bruine vloeistrepen en den witten uitslag, ook nog daaraan op eenigen afstand van de kleioppervlakte onderkennen, dat de uitdrogingsscheuren steeds veel wijder zijn.

Eene veenmassa in dit riviervak, waaraan wij een en ander waarnamen, rustte weder op wit zand en had eene dikte van ± 1 M., waarop dan weder 1—2 M. blauwe en bruine klei rustten. Naar het O. werd het veen opeens weder door wit (of blauw) zand vervangen, bedekt door de kleilaag in onverminderde dikte.

Verder O., ter hoogte van het gehucht Doeveren, treedt de veenlaag weder te voorschijn over eene groote uitgestrektheid. Aan den N.- en den Z.-wand der ingraving is zij natuurlijk gemakkelijk waar te nemen, maar eveneens in het midden op den bodem. De excavateur laat namelijk bij de periodieke verplaatsing der rails, waarop hij langzaam voortrijdt, op den bodem der ingraving telkens eene geul achter. Deze verschillende evenwijdige, ondiepe geulen zijn door kleine ruggetjes gescheiden, die even boven het zakwater uitsteken

en natuurlijk de grondsoort doen kennen, die daar den bodem uitmaakt. Door in gedachten de uiteinden van al deze ongeveer 20 M. lange zwarte dwarsstrepen te vereenigen, krijgt men dus een juist beeld van de ronde figuur, den omtrek der veenmassa. Eene volgende veenmassa was van deze ongeveer 20 M. verwijderd, de tusschenruimte, dus eene oude geul of kreek, was geheel door blauwe klei aangevuld.

In ditzelfde pand komt het witte zand over eene uitgestrektheid van 300 M. nagenoeg aan de oppervlakte en is er alleen door ½ M. klei bedekt; zooals wij boven reeds mededeelden vormt hier de klei steeds de oppervlakte.

Wanneer wij de hierboven verspreide waarnemingen met elkander verbinden, dan blijkt het, dat deze streek met hare thans zoo horizontale en eentonige oppervlakte, eens het tooneel van veel verwoesting is geweest. Het groote Zuid-Hollandsche Veen strekte zich waarschijnlijk tot aan Waalwijk en Baardwijk uit langs de oevers der toenmalige Maas. Mogelijkerwijze werd bij of na het ontstaan van den Biesbosch door overstroomingen en het vormen van een netwerk van geulen en kreken het veen grootendeels weggeslagen op een aantal eilanden na. Volgens onze geologische kaart is er van dit laagveen nog bij Waspik en 's Gravemoer een aanzienlijk stuk overgebleven. De bovenvlakken der verschillende eilandjes werden vrij wel tot gelijke hoogte door het overstroomende water (en den golfslag) afgeschoren *(abrasie)* en daarna werden de kreken achtereenvolgens tot op dezelfde hoogte (½—1 M. beneden de tegenwoordige oppervlakte) met zand opgevuld. Klaarblijkelijk werd dit met den vloed, dus uit het W. en Z.W., aangebracht, zooals de hellende laagjes in eenige profielen dit aantoonen. Nadat dus — van het O. naar het W. voortgaande — de kreeken gaandeweg verzand — en dus de geslagen wonden grootendeels toegegroeid — waren, werd de geheele oppervlakte veen en zand nog tijdens den vloed overstroomd en zette zich aldus geleidelijk de gemiddeld 1—1½ M. dikke kleilaag af. Hier en daar was eene geul door de verzanding eenvoudig afgedamd en hierin kon zich dus eene bijzonder dikke kleilaag afzetten. Waarschijnlijk heeft deze kleiafzetting nog wel tot in den jongsten tijd voortgeduurd.

De in den Nieuwen Maasmond gedane waarnemingen vertoonen op menig punt overeenstemming met die langs het Merwedekanaal. Ook hier werd eene veenlaag aan eene gedeeltelijke verwoesting prijs gegeven en slaagde de verwoester — het stroomende water — er grootendeels weder in de sporen dier verwoesting te doen verdwijnen. Ook hier werd op menig punt zand afgezet, dicht bij

Digitized by Google

Utrecht zelfs op het veen (*Verslagen en Mededeelingen* 1891. *Geologische Waarnemingen aan het Merwedekanaal.* Fig. III). Nog duidelijker dan in den Maasmond blijkt dus hier de geringe ouderdom van een gedeelte onzer zandafzettingen. In den Maasmond is het bewijs nagenoeg even gemakkelijk, hoewel niet zoo onmiddellijk in het oog vallend. Het rivierzand wisselt hier en daar met de klei af en bevat dezelfde zoetwaterschelpjes, die nog heden ten dage en op dezelfde plaatsen leven. Deze rivierklei bedekt tevens op menig punt het veen en is dus jonger dan dit, waaruit natuurlijk hetzelfde volgt voor het zand, dat er mede in afwisselende lagen voorkomt.

Evenals wij in een der profieltjes aan het Merwedekanaal eene scheikundige werking in den ondergrond konden in teekening brengen (fig. II), als strijd tusschen oxydatie en reductie, zoo is dit ons ook in den Nieuwen Maasmond gelukt (fig. III). Ook hier is het aan de oxydatie gelukt langs eenen zijweg door te dringen tot in het gebied, dat eigenlijk aan de reductie toebehoorde en aan zand en klei eene bruine kleur mede te deelen *onder* dezelfde grondsoorten, die de blauwe kleur bezitten, die hen op deze plaats toekomt. Ook hier zijn wij aan het Merwedekanaal in iets gunstiger toestand dan in den Maasmond, waar wij niet zoo gemakkelijk kunnen beslissen op welke wijze de zuurstof tot op deze diepte is doorgedrongen. Waren deze gronden hooger gelegen en niet slechts weinig boven A.P., zoodat zij bijna altijd met water gedrenkt zijn, dan ware de verklaring lichter te geven

Vergelijken wij ten slotte de hoogteligging van de oorspronkelijke veenoppervlakte bij 's Gravemoer, enz. met die der opgeslibde terreinen van den Maasmond. Blijkens de Waterstaatskaart is in de polders bij 's Gravemoer het Zomerpeil: — 0,10, 0,15, 0,20 en 0,40 M. A.P., dus gemiddeld 0,20 M. + A.P. en in de kleilanden ten N. van Waalwijk: 0,05, 0,10, 0,30 en 0,40 M. A.P., dus eveneens 0,20 M. A.P. gemiddeld of iets daarboven. Nu is zeer zeker de oppervlakte der veenlanderijen bij 's Gravemoer ingeklonken ten gevolge der betere afwatering in de laatste eeuwen en zoude men ze dus een paar decimeters hooger kunnen denken in hunnen oorspronkelijken toestand. Daartegenover staat echter, dat het zomerpeil der sloten in veenlanderijen steeds hooger wordt gehouden dan dat in kleilanderijen. In het eerste geval 2 tot 3 d.M., in het tweede geval 4 tot 5 d.M. beneden de oppervlakte. Hierdoor wordt dus weder het verschil tusschen de oppervlakten der beide soorten van gronden, als gevolg van het inklinken van het veen, geheel of grootendeels opgewogen en zien wij in dit hoogteverschil — zoo het nog aanwezig is — geen middel om eene bepaalde meening te hebben aangaande

het dalen van onzen bodem in de laatste eeuwen. Zoo deze bestaat, wordt in ons geval hare uitwerking geheel verduisterd door het ingrijpen van den mensch in de natuurlijke toestanden door indijken en afwateren, waardoor de natuurlijke hoogteligging der oppervlakte wordt gewijzigd.

De onderlinge vergelijking van de uitkomsten der boringen, die vóór het begin van het groote werk verricht werden, geeft ons nog aanleiding tot eenige opmerkingen. Natuurlijk mag men daarbij verwachten hetzelfde te zien, als wij waarnamen aan de ingravingen zelve, min of meer belangrijke overblijfselen der vroegere veenlaag, steeds bedekt en dikwijls vervangen door klei en zand. Dit is dan ook in werkelijkheid het geval, maar soms werd het oordeel bemoeilijkt door de ongelijksoortige terminologie der grondsoorter. Meestal was er sprake van de gewone termen „bruine" en „blauwe klei", maar meermalen ook van „gele" en „grijze klei", benamingen, die in den regel zeker met de beide vorige zullen samenvallen. Soms komt echter de „gele" klei voor op eenige diepte, waar wij eerder de „blauwe" zouden verwacht hebben, zoodat eene vergissing hier mogelijk is. Nog onduidelijker is de eenvoudige opgave van „klei" zonder meer, waardoor de mogelijkheid van het maken van gevolgtrekkingen vervalt.

Wij willen nu de opeenvolgende panden der doorgraving beschouwen.

Eerste Pand, ter weerszijdən van het Keizersveer. Hier werden slechts eenige weinige boringen verricht, genummerd „a—k", waaromtrent het volgende valt op te merken.

Het veen ontbrak (of nagenoeg) in „e, g en k", die bij elkander gelegen zijn, dicht bij den linker oever van het Oude Maasje, de beide eerste buitensdijks. Hier is dus de veenlaag geheel weggeschuurd en door blauwe klei en zand vervangen. Het omgekeerde is het geval bij boring „k" in de tegenwoordige bedding der rivier en het geval doet zich dus hier voor, dat eene vroegere, nu volkomen verdwenen bedding dieper is geweest (tot 3,20 en 3,65 M. — A.P., onderkant der veenlaag) dan een punt in het midden der tegenwoordige (1,95 M. — A.P., bovenkant der (dus onveranderd gebleven) veenlaag in boring k. Zeer merkwaardig is dit niet; het gebeurt wel meer, dat eene diepere geul toeslibt en eene ondiepere blijft bestaan.

In boringen „e en j", vlak aan den oever, heeft zich aan de oppervlakte (tot 1 M. en 0,55 M. + A.P.) geene klei, maar slechts

zand afgezet (of is de vroeger afgezette klei weder weggeslagen en door zand vervangen) Ook dit is niet zoo uiterst merkwaardig; het verwondert mij hoogstens, dat het niet meer voorkomt; ook bij mijne bezoeken zag ik nergens zand aan de oppervlakte.

De bruine klei scheen eene buitengewone dikte te hebben in boring „f", namelijk tot 3,20 (of 3,50 M. + A.P.); deze had echter plaats in den Keizersweg, eenen dijk, zoodat de oogenschijnlijke bijzonderheid hiermede vervalt.

Eene uitzondering in omgekeerde richting deed zich voor in boring „g", hier kwam de blauwe klei tot aan de oppervlakte, namelijk 1,14 M. + A.P. Deze boring had plaats buitensdijks, evenals „e" en „j", waar echter zand aan de oppervlakte kwam. Waarschijnlijk moet dit bijzondere verschijnsel juist aan het buitendijks-liggen worden toegeschreven; daardoor wordt het terrein dus geregelder overstroomd, blijft veel langer vochtig dan de oppervlakte der polders met diepliggende sloten, en daardoor kan de lucht minder goed in den bodem doordringen en de vorming van ijzeroxydule (door het grondwater) tegengaan.

Met deze verklaring is oogenschijnlijk in tegenspraak het feit, dat bij twee andere buitensdijksche boringen, namelijk „e" en „d" aan den rechteroever van het Oude Maasje, wel degelijk bruine (of gele) klei aan de oppervlakte komt. Men moet hier echter in het oog houden, dat bij dezen de oppervlakte ½ M. hooger ligt (1,65 M. tegen 1,14 M.) en dus de kans op uitdrogen en weder oxydeeren grooter geworden is. De hoogte van den gemiddelden vloed te Keizersveer bedraagt 1,31 M. + A P., een cijfer, dat dus juist het midden houdt tusschen de zooeven genoemde.

Wij gaan thans over tot het *tweede rivierpand*, van Keizersveer tot aan de Dussensche Gantel, eenen N.-waarts gerichten zijtak van het Oude Maasje. Van de hier verrichte boringen stemmen enkele („a" en „b"), wat de ligging betreft, nagenoeg overeen met „b", „d" en „e" van het vorige bestek. Bij alle deze boringen komt de bruine klei (in dit bestek voor de afwisseling „gele klei" geheeten) aan de oppervlakte. De dikte wisselt af, niet alleen tengevolge van de ligging der oppervlakte, maar ook van die der onderzijde; meestal blijft de laatste boven A.P., maar daalt ook soms een weinig daar beneden. Zulks is het geval in de boringen „s, t, u, v, w, x", die in eene groep bij elkander liggen; het hoogste punt der bruine klei is op 1,45 M. + A.P., het laagste punt op 1 M. — A.P., de gemiddelde dikte 1,30 M. Zeer waarschijnlijk was dus in het N.O.-gedeelte van dit pand de bruine klei bijzonder dik. De hoogere ligging der oppervlakte is klaarblijkelijk niet alleen de oorzaak, want

Digitized by Google

ook elders is dit het geval, waar toch de klei naar onderen toe blauw wordt; ook het veen blijft hier buiten spel, daar dit in deze en in andere boringen geen verschil oplevert.

Een drietal andere boringen geven nog het volgende op te merken. Bij de eene „d" daalde de ondervlakte der bruine klei eveneens (30 c.M.) beneden A.P. en volgens het bestek deed zich hier evenals bij „i, l" het verschijnsel voor, dat eene tweede laag gele klei optrad — van 1,70—2, van 1,45—1,55 en van 1,40—1,85 M. — A.P. Is de waarneming juist, waarover ik nog twijfel blijf koesteren, dan is het feit zeer in het oogvallend, omdat in de drie boringen tevens nog eene goed bewaarde veenlaag werd aangetroffen van minstens 70 c.M. dikte, dicht boven welke wij volstrekt geene gele klei zouden verwacht hebben.

Dat eene betrekkelijk dunne kleilaag, die daarenboven alleen op zand rust, in haar geheel bruin (of geel) is gebleven, ligt daarentegen voor de hand. Een voorbeeld daarvan leveren de boringen „o, n" op, ongeveer in het midden van het pand.

Zooals te verwachten, was de kleilaag nu eens dikker, dan eens dunner, of wisselde met zand af.

Op eene enkele uitzondering na (boring „y"), was de veenlaag in alle boringen aanwezig, wij mogen dus aannemen, dat zij in dit rivierpand in den bodem nog een samenhangend geheel heeft uitgemaakt. Natuurlijk schommelde de dikte der laag binnen zekere grenzen; zij was gemiddeld 0,75 M., doch steeg tot 1,80 M. (boring „v") en daalde tot 0,20 M. (boring „z"). De onderkant lag nergens lager dan 3,50 M. — A.P. of hooger dan 2,50 M. — A.P., de bovenkant bereikte nergens eene hoogte boven 1,60 M. — A.P. Minstens tot op deze diepte is dus de veenlaag door de overstroomingen weggeschoren. Voor de diepteligging van den onderkant der veenlaag vonden wij nog den volgenden regel. Nabij den zuider-rivierdijk slingert zij tusschen 2,90 en 2,40 M. — A.P., gemiddeld dus 2,65 M. — A.P.; in het zomerbed, tusschen 3,45 en 2,50 M. — A.P., gemiddeld dus 3 M. — A.P., en nabij den noorder-rivierdijk tusschen 3,55 en 2,75 M. — A.P., gemiddeld dus 3,15 M. — A.P. Hier treedt dus weder zeer duidelijk de algemeene helling van onzen oud-alluvialen bodem van het Z. naar het N. te voorschijn.

Ook de algemeene helling van O. naar W. vinden wij op dezelfde wijze terug. De gemiddelde ligging van den onderkant van het veen is telkens voor de drie oostelijke en de drie westelijke boringen van elke reeks als volgt:

Noorderdijk: 3,03 en 3,27 M. — A.P. (of 3,35 M. als men de

Digitized by Google

3 voorlaatste noemt, daar de laatste „e") eene abnormaal hooge ligging der veenlaag heeft); zomerbed: 2,80 en 3,27 M. — A.P.; zuiderdijk: 2,58 en 2,70 M. — A.P. Tevens blijkt uit deze eijfers wederom de Z.—N. helling.

Gaan wij thans over tot de boringen in het *derde rivierpand* tusschen de Dussensche Gantel en de bocht van het Oude Maasje bij Hagoort, dan blijkt het, dat hier betrekkolijk weinig op te merken valt, in vergelijking met de andere riviervakken. Het veen is hier grootendeels weggeslagen; flinke overblijfselen der veenlaag werden alleen aangetroffen bij een drietal boringen in het zomerbed („e, h, k"), ongeveer in het midden Hier kwam nog veen voor in eene 60—150 c.M. dikke laag. Ook aan den zuider-rivierdijk werd nog eenig veen aangetroffen in eene dunnere (20—30 c.M.) laag in 6 van de 7 boringen. Het meest was daarentegen het veen weggeslagen in de boringen aan den noorder-rivierdijk (dus het meest van den tegenwoordigen rivierloop verwijderd). Wel werd er in drie (van de zeven) boringen „veen met klei" of „veen met zand" aangetroffen, of omgekeerd (dat dus opgespoeld kan zijn), maar de oorspronkelijke veenlaag niet meer. In meerdere mate dan in de andere riviervakken was het veen door alluviaal zand bedekt, dat echter nergens aan de oppervlakte kwam, maar steeds door „gele klei" bedekt bleef. De dikte van deze liep niet sterk uiteen, wisselde af van 67 tot 142 c.M., als zij op zand, en van 50 tot 140 c M, als zij op grijze (of blauwe) klei rustte. Hare ondervlakte was nu eens een weinig boven, dan weder beneden A.P., maar verschilde meestal weinig van dit peil. De grijze of blauwe klei ging natuurlijk steeds dieper. Dat de gele klei nergens rechtstreeks op veen rustte, is niet te verwonderen, slechts tweemalen rustte zij op een mengsel van klei en veen, dat dus omgewerkt was. Ook werd éénmaal (boring „q" in het zomerbed) eene tweede laag gele klei onder zand aangetroffen, tusschen 1,15 en 1,45 M. — A.P., wat ons herinnert aan eene der geteekende doorsneden (fig. III). Iets anders is het met het optreden van „bruine klei met zand", (boring „r") van 1,05 tot 1,65 M. — A.P., onmiddellijk onder de grijze klei en boven het veen en ik ben geneigd hier aan de juistheid der opgave to twijfelen evenals boven. Over het geheel wordt ook het zand naar de diepte toe grover en gaat in eenige boringen in grint over.

Het *vierde pand* der nieuwe rivier, van de bocht van het Oude Maasje bij Hagoort tot Heusden, gaf wederom in de staten der boringen een groot aantal wijzigingen van het bekende schema. Hier zijn natuurlijk weder de veenoverblijfselen de zaak, die ons het meeste belang inboezemt; in de meeste boringen werd veen

Digitized by Google

aangetroffen, eenige malen met zand vermengd. Slechts in eene boring (19, ten Z.O. van Hagoort) in den polder „De Waarden" werd veen met klei vermengd aangetroffen boven A.P. (0,40 M.); ongetwijfeld hebben wij hier slechts met opgespoeld veen te doen. In alle andere gevallen bleef de bovenvlakte van het veen beneden A.P., afwisselende tusschen 33 en 140 c.M.; de grootste diepte, waarop het veen werd aangetroffen, was 3,43 M. — A.P., zoodat zeer waarschijnlijk de oorspronkelijke veenlaag slechts weinig dikker dan 3 M. zal geweest zijn.

Een verband tusschen bruine klei en veen viel er waar te nemen in denzelfden Binnenpolder van Doeveren. In de groep boringen:

28,	29,	30,	31
11,	12,	13,	14
47,	48,	49,	50

is de laag bruine klei van betrekkelijk geringe dikte, in tegenstelling met het steeds aanwezige veen, waarvan tevens de bovenkant tamelijk hoog komt. Hier was dus eene groote veenbank aanwezig. De dikte der bruine klei slingert tusschen 10 en 80 c.M., die van het veen tusschen 30 en 160 c.M., die van de blauwe klei tusschen 56 en 210 c.M. Dat de tegenwoordigheid van veen in den ondergrond het dikker worden der bruine kleilaag *na* de inpoldering tegengaat, is niet moeielijk in te zien, doch er zijn ook nog andere omstandigheden in het spel. Verschillen in den grondwaterstand, als gevolg van de nabijheid van sloten en van dijken komen hierbij zeker in aanmerking.

Wat het *vijfde* of laatste *rivierpand*, dat ten O. van Heusden, tot aan de Maas bij Well betreft, zoo valt hier in de allereerste plaats het sterke terugtreden der veenlaag in het oog. In hoofdzaak werd het alleen aangetroffen in de boringen „c, l, t, z, o", alle nabij den zuider rivierdijk en wel tusschen 0,75 en 2,10 M. — A.P. als uiterste grenzen. De onderkant der veenlaag had dus hier wederom eene merkbaar hoogere ligging dan in de vorige rivierpanden. Dat de veenlaag in de andere boringen niet voorkomt — op eenige sporen na — moet veeleer daaraan worden toegeschreven, dat zij in haar geheel is weggeslagen, dan wel dat zij nooit tot ontwikkeling is gekomen. Het geheele terrein der boringen ligt in den hoek tusschen den tegenwoordigen loop der Maas en het Oude Maasje; in dezen hoek bevindt zich de Doode Maas van Heusden en de rivier heeft zich dus hier herhaaldelijk verplaatst en gelegenheid genoeg gehad tot uitschuren en weder toeslibben. In deze boringen valt het tevens zeer in het oog, dat dezelfde punten, waar de zachtste

Digitized by Google

uitschuring (veenoverblijfselen) plaats had, ook die waren der zachtste toeslibbing (dikke laag blauwe klei, tot 1,45 en 2,10 M.). Wel is waar komt eene dikke laag blauwe klei ook nog voor in de boringen „b, d, e" in het westelijke gedeelte van het kanaalpand, waarvan twee (d en e) nog geringe veenoverblijfselen vertoonen, maar in de overgroote meerderheid der boringen, waar de veenlaag geheel is weggeschuurd, heeft zich ook in plaats daarvan zand afgezet. Krachtige toeslibbing is hier dus gevolgd op krachtige uitschuring.

In alle deze boringen is weder bruine klei de hoogste laag, in dikte afwisselend tusschen 0,50 en 1,75 M.; eene in het oog vallende uitzondering vormt boring „p" in het zomerbed der oostelijke helft, waar blauwe klei (of grijze) aan de oppervlakte — en wel 2,25 M. + A.P. — komt. Wij zijn niet in staat hiervoor eene aannemelijke verklaring te vinden en moeten dus aan de eene of andere onjuiste opgave denken. Al de boringen stemmen hierin met elkander overeen, dat de onderkant der bruine klei steeds boven A.P. bleef en wel van 0,65 M. (daaronder blauwe klei) tot 2 M., (daaronder zand). In geen der vorige rivierpanden was zulks het geval; het is echter te verwachten, dat de onderkant van de bruine klei, evenals die van het veen, met de geheele oppervlakte van het W. naar het O. en van het N. naar het Z. stijgt en de stand van het grondwater dezelfde verandering ondergaat.

Vergelijken wij nu nog eens met elkander de uitkomsten van de verschillende boringen, dan blijken de volgende zaken:

1°. Is er in het tegenwoordige Oude Maasje bij Keizersveer nog veen in de bedding aanwezig en wel op 0,60 M. diepte (of 1,95 M. — A.P.), op talrijke andere plaatsen is het geheel weggeschuurd. De tegenwoordige kreek mag dus slechts met eene der zwakkere takken van het vroegere overstroomingsgebied vergeleken worden en heeft waarschijnlijk ook nooit een grooter belang gehad, anders ware het veen zeker geheel weggeschuurd.

2°. Is zand aan de oppervlakte eene zeer groote uitzondering, bijna altijd wordt daar bruine klei aangetroffen. Zand wordt evenmin tijdens het laatste gedeelte van den vloed aangevoerd, waarin de strooming reeds verzwakt is, als in het meer afgelegene overstroomingsgebied, om dezelfde reden.

3°. Blauwe klei komt eveneens slechts bij zeer hooge uitzondering aan de oppervlakte (als de betreffende opgaven te vertrouwen zijn) en dan nog slechts onder bepaalde omstandigheden. Wij konden daaronder een voortdurend gedrenkt zijn noemen, waardoor de

Digitized by Google

lucht afgesloten en de reductie bevorderd wordt, door diffusie van in het grondwater opgeloste bestanddeelen.

4°. De veenoverblijfselen zijn zeer ongelijk verdeeld en staan niet in verband met de verdeeling der tegenwoordige kreken (of rivieren); in vroegeren tijd was de waterverdeeling geheel anders. Bij Keizersveer en tot de Dussensche Gantel is nog vrij wat veen overgebleven, van hier tot Hagoort is het daarentegen grootendeels weggeslagen, evenals beoosten Heusden; bewesten deze stad is daarentegen nog veel gespaard.

5°. De ondervlakte der bruine klei is meestal iets boven A.P., soms ook een weinig daarbeneden en rijst naar het O., evenals de geheele oppervlakte. In menig geval is die kleilaag het dunst, waar nog veel veen is overgebleven, doch zijn er op dezen regel vele uitzonderingen.

6°. Waar veel veen is weggeslagen, is veel zand er voor in de plaats of er bovenop gekomen; waar nog veel veen is overgebleven, ligt weer de blauwe klei er op of er bij.

7°. De onderkant der veenlaag, dus een oud landoppervlak, rijst van het N. naar het Z. en van het W. naar het O. Waarschijnlijk is de veenlaag niet dikker dan 3 M. geweest.

8°. Bewijzen voor eene daling van den bodem in de laatste eeuwen waren uit de boringen niet af te leiden, natuurlijk wel voor de seculaire daling in het algemeen.

Utrecht, December 1892.

VERKLARING DER FIGUREN.

Fig. 1. Beginnende verweering en bruinwording der blauwe klei langs zich vertakkende spleten.

Fig. 2. Ligging eener zandmassa in de blauwe klei en ten deele door de bruine klei bedekt.

Fig. 3. Afwisselende lagen blauw zand en blauwe klei, waaronder op eenmaal weder bruin zand en bruine klei. Verweering onder den grond.

Fig. 4. Kopje of onderaardsch eilandje van veen, door klei bedekt, met boomstammen aan de basis.

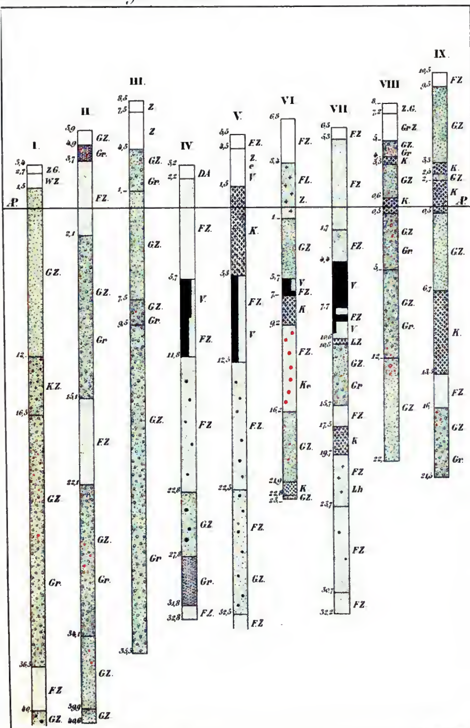
Fig. 5. Eene andere in blauwe klei ingesloten zandmassa of lens.

Fig. 6. Afwisselende, hellende zand- en kleilaagjes, discordant door klei bedekt.

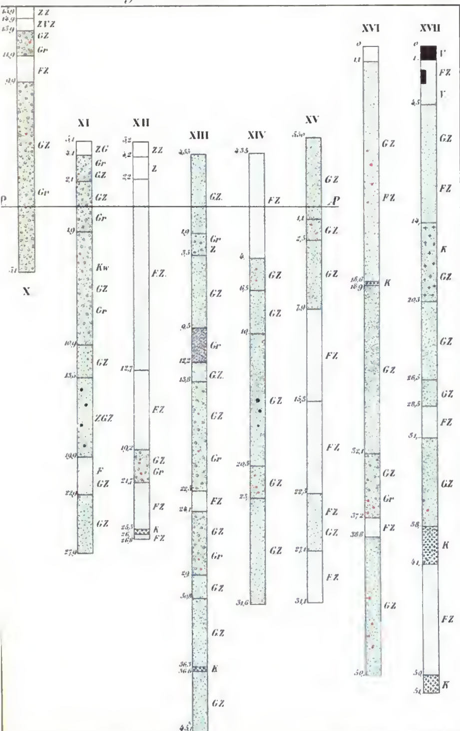
A. Zwarte klei; bruine, door humus donker gekleurd.
B. Bruine klei; zonder humus.
C. Blauwe klei; lichtblauwgrijs, soms helderlichtblauw.
D. Blauw zand, aan de lucht wit.
E. Veen met boomstammen.
F. Bruin zand.

Alleen Fig. VI is bepaald op schaal geteekend, 1 : 100.

Digitized by Google



Lith. v. Gebr. J. & H. v. Langenhuysen den Haag.



Lith. v. Gebr. J. & H. v. Langenhuysen den Haag

Fig I.

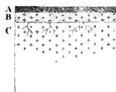


Fig II

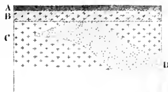


Fig III.

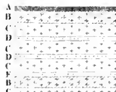


Fig IV

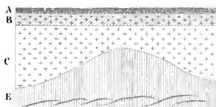


Fig V

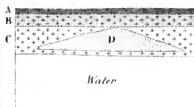
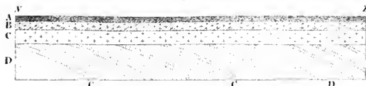


Fig VI



Lith Gebr J & H v Langenhuysen, den Haag

Google

DER SULCUS PRAEAURICULARIS OSSIS ILEI.

VON

Prof. T. ZAAIJER

in Leiden.





Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam.

(TWEEDE SECTIE.)

DEEL I. N°. 8.

(MIT ZWEI TAFELN).



AMSTERDAM,
JOHANNES MÜLLER.
1893.

Digitized by Google

DER SULCUS PRAEAURICULARIS OSSIS ILEI,

VON

Prof. T. ZAAIJER,

in Leiden.

I. DER SULCUS PRAEAURICULARIS ALS RASSENMERKMAL.

Bei einer vor vielen Jahren von mir angestellten Untersuchung von 26 javanischen Frauenbecken [1]) fand ich, dass an den meisten dieser Becken vor der ohrförmigen Gelenfläche des Darmbeines eine bis dahin nicht bemerkte, jedenfalls nicht beschriebene Rinne vorhanden sei, der ich den Namen „sulcus praeauricularis" beizulegen vorgeschlagen habe. Ich schrieb darüber damals Folgendes [2]):

„Nun dürfte es am Orte sein, von der Rinne vor der ohrförmigen Oberfläche zu sprechen, deren jedesmal bei der Beschreibung der Becken erwähnt wurde und der ich den Namen sulcus praeuricularis beilegen möchte. Meines Wissens hat noch kein Anatom seine Aufmerksamkeit auf dieselbe gerichtet, was sie doch, wie mir scheint, in jeder Hinsicht verdient. Die Rinne hat bei den verschiedenen Becken eine sehr verschiedene Breite und Tiefe, ihr Boden ist meistens etwas rauh und uneben, was ihrer Bestimmung volkommen angemessen ist. Denn aus einer eigens dazu angestellten Untersuchung hat sich mir ergeben, dass sie zur Anheftung der ligamenta sacroiliaca anteriora dient. In einzelnen Fällen erstreckt sie sich am

[1]) T. ZAAIJER, *Untersuchungen über die Form des Beckens javanischer Frauen*, herausgegeben von der Holländischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Haarlem (*Natuurkundige Verhandelingen*, Deel XXIV, 1866), im Auszug mitgeheilt unter dem Titel: *Recherches sur la forme du bassin des femmes javanaises*, in: *Archives Neerlandaises des Sciences exactes et naturelles*, T. I. 1866, p. 328.

[2]) l. c. S. 28 u. 29.

ganzen Vorrande der ohrförmigen Oberfläche hin; meistens jedoch ist sie allein vor demjenigen Theile der superficies auricularis vorhanden, der sich unter der linea innominata befindet. Nur an 3 der beschriebenen Becken (13, 20, 25) fehlte sie ganz. Die Rinne, wie sie auf Taf. I, Fig. III, vorkommt, dürfte für einen Fall normaler Entwicklung angesehen werden.

Es kam mir nicht uninteressant vor, zu untersuchen, ob der sulcus praeauricularis auch an den Darmbeinen europäischer Herkunft vorkomme. Ich nahm dazu 41 europäische Darmbeine vor und fand bei 7 die Rinne, jedoch nicht stark entwickelt; bei 4 anderen war sie kaum sichtbar und an den 30 übrigen Exemplaren fehlte sie ganz und gar".

Mein Schluss war demnach folgender: „*In so weit die noch immer geringen Zahlen eine Folgerung erlauben, so dürfte es sich infolge dieser Untersuchung herausstellen, dass der sulcus praeauricularis am javanischen Frauenbecken häufiger vorkomme und in den meisten Fällen auch stärker entwickelt sei*".

Am Schlusse der obengenannten Abhandlung fasste ich die Ergebnisse meiner Untersuchung über den sulcus praeauricularis folgendermaassen zusammen [1]):

„5e *Der sulcus praeauricularis, welcher bei den meisten javanischen Frauenbecken angetroffen wird, fehlt bei den europäischen Becken entweder ganz oder ist doch nur sehr schwach entwickelt; er dient zur Anheftung der ligamenta sacro-iliaca anteriora*".

Aus diesen Citaten ergiebt sich also, dass ich mich in Bezug auf die anthropologische Bedeutung des sulcus praeauricularis auf die Constatirung des Faetums beschränkt habe, dass Jener bei javanischen Frauen viel häufiger als an europäischen Becken vorkommt, woraus keinesfalls der Schluss zu ziehen ist, dass ich die Rinne, als „*Rassencharakter*" aufgefasst haben sollte, und weiter, dass eine eigens zu diesem Zwecke angestellte Untersuchung mich gelehrt hat, dass der sulcus zur Anheftung der ligamenta sacro-iliaca anteriora dient.

Viele Autoren aber haben mir betreffs der anthropologischen Bedeutung des sulcus praeauricularis eine ganz andere Auffassung zugedichtet und andere Forscher sind meiner Ansicht über seinen anatomischen Charakter nicht beigetreten.

Seit dem Erscheinen meiner Abhandlung ist eine Anzahl Untersuchungen von Becken verschiedener Menschenrassen publicirt worden, welche ich nun erst kurz besprechen will.

---

[1]) S. 38.

Digitized by Google

GÖRTZ [1]) beschrieb in 1868 das Becken eines *Buschweibes*, welches Letztere unter dem Namen Afandy an mehreren Orten Europa's zur Schau gestellt wurde und nach dessen im Sommer 1866, angeblich im Alter von 38 Jahren erfolgten Tode kam das Becken in den Besitz des Herrn Prof. VON LUSCHKA. GÖRTZ hat meine „*Untersuchungen*" gekannt, allein er erwähnt in seiner Arbeit die An-oder Abwesenheit des sulcus praeauricularis an dem von ihm untersuchten Becken nicht.

Im folgenden Jahre gab O. von FRANQUE [2]) die Beschreibung einiger Frauenbecken verschiedener Rassen.

An Becken einer *Flachkopfindianerin* von *Vancouver-Island*, Westküste von Nordamerika, war der sulcus praeauricularis nicht vorhanden. Das Becken einer *Malayin* zeigte ihn auf der linken Seite deutlich. Am Becken einer *Chinesin* fehlte er, ebenso an demjenigen einer *Negerin* aus *Afrika*. Die vier genannten Becken sind aus der anatomischen Sammlung der Universität Würzburg. Der sulcus praeauricularis war ziemlich tief am Becken einer *Papuanegerin* von *Nordost-Louzon*, Gruppe der Philippinen, aus der Sammlung des Professor SEMPER in Würzburg [3]). Er war dagegen am Becken einer *Negerin* (?) aus Amerika, aus der Sammlung der geburtshilflichen Klinik in Würzburg, nur angedeutet [4]).

Mein ehemaliger Schüler, DR. I. VAN WEST [5]), jetzt praktischer Arzt in West-Indiën, behandelt in seiner Inaugural-Dissertation im Jahre 1870 zwei weibliche Becken aus Surinam. Das erste, im Besitz des Herrn Dr. DUMONTIER, stammt von einer *Indianerin* aus dem Stamme der *Warraw* oder *Warrauw*. Das zweite Becken wurde mit den übrigen Skelettheilen von Dr. DUMONTIER dem Museum Vrolikianum in Amsterdam geschenkt. Im Katalog [6]) dieser reichen

---

[1]) GÖRTZ, *Ueber das Becken eines Buschweibes*, Inaug. Diss. Tübingen, 1868.

[2]) O. VON FRANQUE, *Ueber die weiblichen Becken verschiedener Menschenracen* in: SCANZONI'S *Beiträge zur Geburtskunde*, Bd. VI, 1869, S. 163.

[3]) Das Becken wurde von Professor SEMPER selbst von der obengenannten Insel bei seiner mehrjährigen Reise auf den Philippinen mitgebracht.

[4]) Dr. HENSCHEL in New-York schickte dieses Becken vor Jahren an Professor D'OUTREPONT, aus dessen Sammlung es abkünftig ist, mit einem Briefe, in welchem er u. A. schreibt: „Ich nehme mir zugleich die Freiheit Ihnen das Becken einer Negerin beizufügen, est ist zwar alt, aber aus autentischer Quelle; nur will ich nicht gewiss behaupten, dass es von einer reinen Schwarzen ist; es kann von einer Mulattin oder Quadrone sein".

[5]) I. VAN WEST, *Twee Indiaansche bekkens uit de Kolonie Suriname*, Acad. Proefschr. Leiden, 1870, blz. 4 en 9.

[6]) DUSSEAU, *Catalogue de la collection d'anatomie humaine, comparée et pathologique de* M. M. GER. *et* W. VROLIK, Amsterdam, 1865, p. 125. N. 290. 1.

Digitized by Google

Sammlung ist das Skelet verzeichnet wie folgt: „Squelette que le Dr. DUMONTIER de Surinam a donné sous le nom de Caraïbe". Am Becken der *Indianerin* war der sulcus praeauricularis, besonders an der rechten Seite, sehr deutlich. Das Becken der *Caraïbin* zeigte nur eine Andeutung der Furche, welche jedoch links sehr gering war.

Im Jahre 1873 beschrieb FRITSCH [1]) erst fünf ostindische Becken, welche zur Zeit von DR. SWAVING in Batavia meinem Freunde Prof. H. WELCKER in Halle geschenkt wurden, der sie der geburtshilflichen Sammlung, damals unter Direktion des Prof. OLSHAUSEN, abtrat.

Ueber den sulcus praeauricularis meldet FRITSCH Folgendes:

I. *Tjeng beng, XXXV ann. mulier Sundaica, nat. Bekassie*, „s. p. non exstat nisi infra introïtum in pelvim". [2])

II. *Salipea, femina Malayca XXXVI ann. nat. Batavia*, „s. p. infra introïtum in pelvim non multum significatum est". [3])

III. *Dja nam*, 36 *ann. Sundaica-Bantam*, „s. p. infra lineam terminalem maxime manifestus, circa 0.3 c.Mtr. profundus et paene 1.0 c.Mtr. latus est". [4])

IV. *Bock Gendera, Sundaica* 25 *ann. (maniaca)*. „In hac quoque pelvi s. p. non nisi infra lineam terminalem exstat". [5])

V. *Dji in, vir* 25 *ann. Bantam, Sundaicus*. „Pelvis oblique ovata cum ancylosi sacro-iliaca (dextra); s. p. sinistra sub linea terminali existit". [6])

In Bezug auf die Ausdehnung des sulcus praeauricularis in den oben erwähnten Becken kommt FRITSCH zu dem Schluss, dass derselbe, wenn vorhanden, stets unter der linea innominata und nur selten darüber sich vorfindet.

Von den übrigen, untersuchten Becken erwähnt FRITSCH Folgendes:

Pelvis feminae Mulattae, „s. p. infra introïtum in pelvim conspici potest". [7])

Pelvis Nigritae (masc. gen.) „s. p. infra lineam terminalem exstat". [8])

Pelvis Nigritae (mas. gen.) Von dem s. p. wird nichts erwähnt [8]).

Nigritae feminae pelvis: „s. p. infra lineam terminalem in oculos incidit". [8])

Eine spätere, im Jahre 1878 erschienene Arbeit FRITSCH's wird unten besprochen werden.

---

[1]) H. FRITSCH. *Nonnulla de pelvibus specierum humanarum*, 1873, Habilitationsschrift, Halle.

) *p.* 10. [3]) *p.* 11. [4]) *p.* 12. [5]) *p.* 13. [6]) *p.* 14. [7]) *p.* 21. [8]) *p.* 24.

Die nun zu erwähnende Arbeit ist von WINCKEL [1]); er beschreibt im Jahre 1875 11 Darmbeine und 7 Kreuzbeine, welche in 1873 von A. B. MEYER auf einem Knochenfelde in der Nähe von *Kubi an der Südspitze der Geelvinksbai* gefunden waren. Darunter waren ohne Zweifel zwei vollständige Becken, ein männliches und ein weibliches.

Ueber den sulcus praeauricularis sagt WINCKEL Folgendes: „Bei den meisten der *Papua*-Darmbeine ist ferner der von Zaaijer beschriebene sulcus praeauricularis, welcher zur Anheftung der ligamenta sacro-iliaca anteriora dient, deutlich ausgesprochen und zwar auch unterhalb der linea innominata".

Eine zweite, sehr werthvolle Arbeit erschien in demselben Jahre von der Hand VERNEAU's [2]). Dieser Autor hat wohl am meisten zum Missverständniss meiner oben citirten Ansicht über die anthropologische Bedeutung des sulcus praeauricularis beigetragen. Ich werde die hierauf bezüglichen Stellen aus seinem Buche hier folgen lassen. Wir finden erstens in einer Note auf S. 25:

„Pour M. Zaaijer le sillon préauriculaire n'existe pas chez l'Européen; il est particulier aux Javanais [3]). Je l'ai rencontré constamment et dans tous les races. Sur des *Péruviens* et des *Indiens de l'Amérique du Sud* il présente des dimensions considérables". Und weiter auf S. 104 lesen wir:

„M. Zaaijer a signalé, chez les Javanaises, l'existence du sillon préauriculaire. J'ai exprimé plus haut mon opinion au sujet de cette gouttière: j'ai dit ce que je pensais de sa destination. J'ai ajouté que ce sillon existait constamment, ses dimensions offrant assurément des différences très grandes suivant les individus et, peut-être, suivant les races. Toujours est-il que chez les races de l'Amérique du Sud, ce sillon acquiert un développement inaccoutumé. Chez la femme *Goytacaze (Indienne du Brésil)*, dont je viens de parler, il acquiert notamment plus d'un centimètre en largeur; il est limité, en bas et en dehors, par une crête, qui termine inférieurement en tubercule saillant de plusieurs millimètres".

Betreffend die amerikanischen Becken schreibt VERNEAU auf Seite 112:

---

[1]) F. WINCKEL, *Einiges über die Beckenknochen und die Becken der Papua's* in: *Mittheilungen aus dem zoologischen Museum zu Dresden*, Hft. I. 1875. S. 85.

[2]) VERNEAU, *Le bassin dans les sexes et dans les races*, Paris, 1875.

[3]) Ich habe nur gesagt: „dass der sulcus praeauricularis am javanischen Frauenbecken häufiger vorkomme und in den meisten Fällen auch stärker entwickelt sei"; das ist doch etwas ganz Anderes als VERNEAU mir hier zudichtet.

„Après cet examen rapide des *bassins américains*, nous pouvons tirer les quelques conclusions suivantes:

1°. . . . .

. . . .

10°. Le sillon préauriculaire est presque toujours plus développé que chez les Européens; il acquiert quelquefois des dimensions considérables".

In einer zweiten, bereits oben erwähnten, im Jahre 1878 erschienenen Abhandlung befindet sich FRITSCH [1]), wo er über meine angebliche Auffassing des sulcus praeauricularis als anthropologisches Charakteristicum spricht, ebenfalls wie VERNEAU, im Irrthum. Er schreibt nämlich Folgendes: (S. 19).

„Zaaijer beschreibt eine Fossa (lies: sulcus) praeauricularis, eine Rinne vor der synchondrosis (!) sacro-iliaca am Becken, als charakteristisch (nämlich für das Malayenbecken). Ohne dem verdienten Forscher zu nahe treten zu wollen, möchte ich doch die Wichtigkeit dieser Furche leugnen, sie findet sich auch anderweit oft und ist beim Malayenbecken nicht immer so gut ausgeprägt um sie als Merkmal benutzen zu können".

PLOSS [2]) warnt mit vollem Rechte dagegen die anatomischen Eigenthümlichkeiten nicht zu rasch als Merkmal besonderer Rassen zu deuten, doch wirft er, sich auf die Autorität VERNEAU's stützend, mir vor dass ich mich dessen schuldig gemacht habe. Er schreibt nämlich [3]):

„Man hat auf gewisse an verschiedenen Rassen beobachtete Unterschiede des Beckens ein besonderes Gewicht gelegt, indem die betreffenden Merkmale als „charakteristisch" für die betreffende Rasse bezeichnet wurden. Einige dieser Merkmale zählte C. MARTIN auf; unter anderen den sulcus praeauricularis, den Zaaijer an den Javaninnen entdeckt hat, die Grösse des Foramen obturatorium u. s. w..... Die Berücksichtigung sowohl des allgemeinen Charakters des Beckens als auch einzelner, specifischer Erscheinungen am Becken einzelner Völker oder ganzer Völkergruppen ist ohne Frage von grossem Werth. Allein man muss sich hüten, dergleiche besondere Erscheinungen, die man bei einem Volke wahrnimmt, sofort als Eigenthümlichkeit desselben hinzustellen, denn mehr oder

---

[1]) H. FRITSCH, *Das Rassenbecken und seine Messung* in: *Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu Halle*, 1878, S. 1.

[2]) PLOSS, *Zur Verständigung über ein gemeinsames Verfahren zur Beckenmessung* in: *Archiv für Anthropologie*, Bd. XV, 1884, S. 259.

[3]) S. 277.

Digitized by Google

weniger häufig kommen doch auch solche Merkmale bei den allerverschiedensten Völkern vor; es handelt sich schliesslich nur um die (statistisch zu beantwortende) Frage über die relative Häufigkeit eines Merkmals und über die grössere oder geringere Ausprägung des allgemeinen Charakters. Am Becken wird es sich wohl in dieser Hinsicht verhalten, wie an den übrigen Theilen des Skelets (z. B. Os Incae, durchbohrtes Olecranon, Platycnemie etc.); gewisse „Besonderheiten" fand man schliesslich ubiquitär auftretend. So geht es beispielsweise mit dem erwähnten Befunde Zaaijer's". Und zum Beweise dieses Satzes citirt PLOSS nun den schon oben mitgetheilten, unrichtigen Ausspruch VERNEAU's. „Pour M. Zaaijer le sillon préauriculaire n'existe pas chez l'Européen; il est particulier aux Javanais. Je l'ai recontré constamment et dans tous les races. Sur des Péruviens et les Indiens de l'Amérique du Sud il présente des dimensions considérables".

HENNIG [1]) spricht sich folgenderweise über den sulcus praeauricularis aus: „Jene für Muskel- und Fascienursprünge bestimmte Furche am Sacralrande des Darmbeines, welche sich von der Innenfläche des grossen Beckens in das kleine hinabzuziehen pflegt, von holländischen Forschern ebenfalls als Rassenmerkmal aufgefasst, trifft in solcher Beziehung noch weniger als das vorige Merkmal (die durchscheinende Stelle der Darmbeinschaufel) zu. Bei den Orangs wenig oder mässig kenntlich, beim Gorilla stark entwickelt geht diese Furche den Mongoloïden fast ganz ab; tief war sie bei den Aëta; in den übrigen Völkerschaften wechselt ihre Ausbildung regellos".

Die Unrichtigkeit der Auffassung HENNIG's in Bezug auf die anatomische Bedeutung des sulcus praeauricularis wird später im zweiten Theile dieser Arbeit behandelt werden. Ich will hier nur beiläufig hervorheben, dass HENNIG die Schuld, den sulcus praeauricularis als Rassenmerkmal betrachtet zu haben, „hollandischen Forschern" zur Last legt, während sie, wenn sie überhaupt besteht, mir allein zuzuschreiben ist.

Im Jahre 1886 gab TURNER [2]) eine Beschreibung der menschlichen Schädel und anderen Knochen, die während der Reise des Schiffes „the Challenger" in den Jahren 1873—1876 gesammelt waren.

Er schreibt Folgendes: „In my series of pelves I find it (the sulcus

---

[1]) HENNIG, *Das Rassenbecken* in: *Archiv für Anthropologie*, Bd. XVI, 1886, S. 187.

[2]) TURNER, *Report on the Human Crania and other Bones of the skeletons collected during the voyage of H. M. S. Challenger, in the Years* 1873—76 in: *The Voyage of H. M. S. Challenger, Zoölogy*, Vol. XVI, 1886, p. 54.

praeauricularis) present in most of the Australian pelves, in the Busch, Sandwich Islanders, one of the New Zealanders, a Negroo, Hindoo, Chinese, Malay, in the Andaman Islanders, Guanche, Laplanders and Esquimaux. I have also seen it in several European pelves, without being able, however, to state its relative frequency. It varied in its distinctness in different pelves; sometimes it was a narrow, shallow, vertical groove, so faint as to be just recognised, in others the groove had considerable depth; sometimes it was widened out into a shallow fossa, but in others the fossa was deep. The most distinct examples of the sulcus praeauricularis were found in the pelves of the Sandwich Island women. From its presence in so many races it cannot be regarded as a special character of any particular race".

Spätere anthropologische Mittheilungen über den sulcus praeauricularis sind mir nicht zu Gesichte gekommen. Die anatomischen Handbücher haben, so weit mir bekannt ist, bisher über seine Existenz Stillschweigen bewahrt; eine Ausnahme hievon wird jedoch von TESTUT [1]) gemacht, der in seinem vortrefflichen Buche schreibt: „Le bord inférieur de la facette auriculaire de l'os coxal est longé par un sillon qui se dirige parallèlement à son bord et se termine en arrière au-dessous de l'épine iliaque postérieure et inférieure. Le professeur Zaaijer, qui a donné à cette gouttière le nom de sillon préauriculaire, la considère à tort comme particulière aux Javanais".

Es ist deutlich, dass TESTUT das Obenstehende auf die Autorität VERNEAU's hin geschrieben hat und also gleich Diesem im Irrthume ist.

Den obenerwähnten Mittheilungen Anderer kann ich jetzt noch das Folgende hinzufügen, und zwar mögen zunächst die, nach dem Erscheinen meiner früheren Abhandlung in die hiesige anatomische Sammlung aufgenommenen Rassenbecken angeführt werden. Ich untersuchte nämlich folgende Becken:

1. *Chinese*, geboren zu *Emvi*, Coll. *Swaving* [2]) (Katal. **r. r. r. 1**). Links war ein seichter, ziemlich breiter s. p. unter der linea innominata vorhanden. Rechts sah ich aber keine Rinne, doch verhinderte hier die eingetrocknete Bandmasse die Untersuchung.

---

[1]) TESTUT, *Traité d'anatomie humaine*. Tome I, Paris 1889, p. 265.

[2]) Dem verstorbenen, verdienstvollen DR. C. SWAVING danken wir bei Weitem den grössten Theil unserer anthropologischen Schätze aus dem ostindischen Archipel.

2. *Bastard-Chinesin*, geboren zu *Batavia*, Coll. *Swaving* (Katal. **r. r. r. 2**). An beiden Seiten unterhalb der linea innominata eine ziemlich breite, seichte Rinne, welche am Rande der incisura ischiadica major von einem Dorne begrenzt wird [1]). Rechts ist die Rinne, obwohl sehr schwach, auch oberhalb der linea innominata vorhanden.

3. *Bastard-Chinesin*, geboren zu *Batavia*. Coll. *Swaving* (Katal. **r. r. r. 3**) s. p. an beiden Seiten unterhalb der linea innominata, links deutlicher.

4. *Mann* geboren in *Atjeh*, *Sumatra*, Coll. *Swaving* (Katal. **r. r. r. 4**); s. p. ebenfalls an beiden Seiten unterhalb der linea innominata sichtbar; rechts breiter als links.

5. *Mann* geboren auf der *Insel Linga*, Coll. *Swaving* (Katal. **r. r. r. 5**); s. p. fehlt.

6. *Frau* geboren auf der *Insel Engano*, Coll. *Swaving* (Katal. **r. r. r. 6**); s. p. beiderseits unterhalb der linea innominata. Links ist er breiter und wird er von einem Dorne begrenzt, wie am Becken der Bastard-Chinesin N⁰. 2.

7. *Frau*, geboren zu *Bekassie, bei Batavia, Java*, Coll. *Swaving* (Katal. **r. r. r. 23**); s. p. fehlt.

8. *Mann*, geboren zu *Tangerang, bei Bantam, Java*, Coll. *Swaving* (Katal. **r. r. r. 25**) s. p. fehlt.

9. *Frau*, geboren auf der *Insel Bali*, Coll. *Swaving* (Katal. **r. r. r. 30**) s. p. fehlt; die Bänder verhindern die vollständige Untersuchung.

10. *Frau*, geboren zu *Beleling, Insel Bali*, Coll. *Swaving* (Katal. **r. r. r. 31**); s. p. rechts unterhalb der linea innominata.

11. *Frau* von der *Insel Timor*, *Koepang*, Coll. *Swaving* (Katal. **r. r. r. 32**) s. p. an beiden Seiten ziemlich breit unter der linea innominata.

12. *Mann*, geboren in *Gorontalo*, *Insel Celebes*, Coll. *Swaving* (Katal. **r. r. r. 33**) s. p. fehlt. Untersuchung durch die Bänder nicht vollständig.

13. *Mann*, geboren in *Boni*, *Insel Celebes*, Coll. *Swaving* (Katal. **r. r. r. 34**) s. p. fehlt.

14. Am Becken einer *Frau von der Insel Nias*, westlich von Sumatra, aus der Sammlung des hiesigen Universitäts-Krankenhauses

---

[1]) Aehnliches wurde von Verneau am Becken einer Indianerin aus Brasilien beobachtet, und findet sich auch an dem Becken, dessen rechtes Hüftbein in Fig. I abgebildet ist.

Digitized by Google

fand sich der s. p. an beiden Seiten deutlich unterhalb der linea innominata [1]).

Acht der untersuchten Rassenbecken (Chinese, 2 Bastard-Chinesinnen von Java, Mann von Atjeh, Frau von Engano, Frau von Bali, Beleling, Frau von Timor, Frau von Nias) zeigten also den sulcus praeauricularis in verschiedenen Graden entwickelt; an den 6 übrigen (Mann von Linga, Frau von Bekassie, Java, Mann von Tangerang, Java, Frau von Bali, 2 Männern von Celebes) fehlte die Rinne ganz.

Ferner wurden die folgenden Rassenskelete von mir untersucht:

1. *Chinese*, geboren in *Hongkong*, Coll. *Swaving* (Katal. **s. s. s. 1**) s. p. fehlt an beiden Seiten.

2. *Bastard-Chinese* von *Java* (Katal. **s. s s. 2**) s. p. deutlich an beiden Seiten unterhalb der linea innominata.

3. *Japannese* (Katal. **s. s. s 3**) s. p. beiderseits deutlich unterhalb der linea innominata.

4. *Klingalese* von *Madras* (Katal. **s s. s. 4**) s. p. an beiden Seiten unterhalb der linea innominata angedeutet.

5. *Mann* von *Lampong*, *Sumatra*, Coll. *Swaving* (Katal. **s. s. s. 5**); s. p. felht beiderseits; Untersuchung durch die Bänder weniger vollständig.

6. *Mann* von *Java* (Katal. **s. s. s. 6**) s. p. an beiden Seiten deutlich unterhalb der linea innominata.

7. *Frau* von *Tangerang*, *Java*, Coll. *Swaving* (Katal. **s. s. s. 7**); s. p. beiderseits unterhalb der linea innominata.

8. *Frau* von *Samarang*, *Java*, Coll. *Swaving* (Katal. **s. s. s. 8**) s. p. fehlt an beiden Seiten; Untersuchung durch die eingetrocknete Bandmasse etwas unvollständig.

9. *Mann* von *Borneo*, *Dajak*, (Katal. **s. s. s. 9**) s. p. an beiden Seiten deutlich unterhalb der linea innominata.

10. *Mann* von *Pontianak*, *Borneo*, Coll. *Swaving* (Katal. **s s s. 10**) Spur des s. p. beiderseits unter der linea innominata.

---

[1]) Mein College und Freund, Herr Prof. Dr. Hector Treub, Direktor der hiesigen geburtshilflichen und gynäkologischen Klinik, hatte die Güte mir das Becken zur Verfügung zu stellen. Es ist schon früher in meiner Inaugural-Dissertation von mir beschrieben: *Beschrijving van twee vrouwenbekkens uit den Oost-Indischen Archipel*, Leiden 1862, S. 3, Tafel II. Das Becken wurde zur Zeit von Dr. Swaving dem hiesigen Professor der Chirurgie und Geburtshilfe Broers geschenkt.

11. *Neger* aus *Abbassieh* [1]), *Afrika*, Coll. *Swaving* (Katal. **s. s. s. 11**) s. p. fehlt.

12. *Neger* von unbekannter Herkunft, Coll. *Swaving* (Katal. **s. s. s, 12**) s. p. fehlt.

An 11 und 12 war die Untersuchung der vorhandenen Bandmasse wegen nicht ganz volständig.

Also an 7 der untersuchten Rassenskelete fand sich der sulcus praeauricularis in verschiedener Weise vor (Bastard-Chinese von Java, Japannese, Klingalese von Madras, Javanese, Javanesin von Tangerang, Dajak von Borneo, Mann von Pontianak, Borneo); er fehlte dagegen den 5 übrigen Skeleten (Chinese, Mann aus Lampong, Sumatra, Javanesin von Samarang, Neger von Abbassieh, Afrika, Neger von unbekannter Herkunft).

Ich habe weiter die Hüftbeine an 21 macerirten Skeleten Erwachsener untersucht, unter welchen nur ein weibliches, welche alle aus dem hiesigen Secirsaal stammen.

In einem Falle nur (Skelet I eines 45 jährigen Mannes. Inv. N°. **a. a. a. 9**) fand ich den sulcus praeauricularis beiderseits (Fig. II) am ganzen Vorderrande der superficies auricularis hin; in einem andern Skelette war der sulcus praeauricularis an der linken Seite ebenso längs des ganzen Vorderrandes der superficies auricularis vorhanden, während diese Rinne am rechten Hüftbein unterhalb der linea innominata deutlich ausgesprochen war und sich bis 1 cM. oberhalb dieser Linie verfolgen liess. Am dritten Skelete war der sulcus praeauricularis dagegen rechts dem ganzen Vorderrande der superficies auricularis entlang und links nur unterhalb der linea innominata deutlich vorhanden, während am Vierten das Verhalten an beiden Seiten gerade umgekehrt war.

An 5 Skeleten (und unter diesen das weibliche) war die Präauricular-Rinne beiderseits unterhalb der linea innomitrata deutlich ausgeprägt. An 5 anderen war beiderseits nur eine Spur der Rinne unterhalb der linea innominata zu sehen; an 3 Skeleten fehlte der sulcus praeauricularis an beiden Seiten ganz.

Der sulcus praeauricularis war an einem Skelete deutlich rechts unter der linea innominata, während links an derselben Stelle nur eine Spur sichtbar war. An 2 Skeleten war rechts eine Spur vorhanden; die Rinne fehlte links. An einem Skelete war links eine Spur der Rinne zu sehen, welche an der rechten Seite fehlte.

---

[1]) Bei Cairo, zwischen Zagazig und dem See Timsah.

Digitized by Google

Hieraus ist also der Schluss zu ziehen dass der sulcus praeauricularis nur bei Dreien der 21 *untersuchten, erwachsenen, europäischen*[1]) *Skelete an beiden Seiten ganz fehlt, während die Rinne an den* 18 *übrigen in verschiedenen Graden entwickelt ist.*

Die Untersuchung 33 isolirter Hüftbeine (28 männliche und 5 weibliche) unbekannter Herkunft lieferte noch die folgenden Resultate:

6 männliche Hüftbeine (3 von der rechten und 3 von der linken Seite) zeigten den sulcus praeauricularis deutlich unterhalb der linea innominata; an 17 (5 R. und 12 L.) war daselbst eine Spur der Rinne zu sehen; an 5 (1 R. und 4 L.) war der sulcus praeauricularis nicht vorhanden.

An 3) 1 R. und 2 L.) der weiblichen Hüftbeine war der sulcus praeauricularis deutlich unterhalb der linea innominata ausgesprochen; an 2 anderen, derselben Frau angehörig, war daselbst nur eine Spur der Rinne zu sehen.

Das Resultat ist also, dass nur an 5 *der* 33 *untersuchten Hüftbeine Erwachsener der sulcus praeauricularis ganz fehlte.*

Als ich mit diesen Untersuchungen beschäftigt war, bekam ich zufällig 2 Hüftbeine von Kindern in die Hände. Das eine, von der rechten Seite, stammte von einem muthmasslich 3 jährigen, das andere, von der linken Seite, von einem muthmasslich 6 jährigen Kinde. An beiden Knochen fand ich den sulcus praeauricularis deutlich am ganzen Vorderrande der superficies auricularis hin.

Wir sehen also, dass der sulcus praeauricularis sich unter verschiedenen Formen zeigt, am meisten als eine mehr oder weniger tiefe Grube unterhalb der linea innominata. In einzelnen Fällen hat er daselbst sehr beträchtliche Dimensionen, wie in einem der früher von mir beschriebenen, javanischen Frauenbecken [2]), (Fig. 1) in welchem er eine Breite von 1.5 c.M. hat, mit sehr rauhem Boden, und in dem bereits erwähnten, von Fritsch[3]) beschriebenen Becken einer sundanesischen Frau von Bantam, Java. In weit wenigeren

[1]) Die Skelette gehörten zum Theil ganz unbekannten Individuen (Ertrunkenen, Selbstmördern, Vagabonden u. s. w.) an.

[2]) *Untersuchungen*, S. 16.

[3]) Fritsch, *Nonnulla de pelvibus specierum humanarum*, p. 12.

Digitized by Google

Fällen breitet die Rinne sich dem ganzen Vorderrande der superficies auricularis entlang aus (Fig. II), während sie auch ganz fehlen kann.

Aus den hier mitgetheilten Resultaten anderer Forscher und aus meinen früheren und jetzigen Untersuchungen ergiebt sich weiter, dass der sulcus praeauricularis bei verschiedenen Völkern und Rassen bald in bedeutender oder geringer Ausdehnung vorkommt, bald total vermisst wird.

Ich halte mich demnach zu den folgenden Schlüssen berechtigt:

1°. *Der sulcus praeauricularis kommt in grösserer oder geringerer Entwicklung und Frequenz bei allen Rassen vor;*

2°. *Als Rassenmerkmal geht der Rinne jeder Werth ab.*

Digitized by Google

II. DIE ANATOMISCHE BEDEUTUNG DES SULCUS PRAEAURICULARIS.

In meiner oben erwähnten Abhandlung [1]) theilte ich mit, wie aus einer eigens dazu angestellten Untersuchung sich mir ergeben hatte, dass der sulcus praeauricularis zur Anheftung der ligamenta sacro-iliaca anteriora dient. Diese Auffassung wird von VAN WEST und WINCKEL, wie es scheint, getheilt, während FRITSCH, TURNER u. A. ihre Meinung darüber nicht äusseren.

VERNEAU dagegen hat darüber eine ganz andere Auffassung. Erstens über die Stelle, an der die Rinne angetroffen wird. Während ich sie stets am Darmbeine vor der superficies auricularis fand, will VERNEAU sie auch zum Theil am Kreuzbein gesehen haben [2]).

„Cette gouttière peut être creusée moitié sur le sacrum, moitié sur l'os iliaque, de façon à se trouver directement en avant de l'articulation sacro-iliaque, au lieu d'être en dehors". Und weiter:

„Le Professeur Zaaijer a donné à cette gouttière le nom de sillon préauriculaire. J'adopterai le mot, mais je ne puis admettre que ce sillon soit exclusivement destiné à l'insertion du ligament sacro-iliaque antérieur. On sait bien, en effet, que le ligament antérieur est constitué uniquement par le périoste un peu épaissi, et on s'explique difficilement les dimensions considerables que le sillon acquiert chez des sujets peu robustes. Le fait est que le ligament antérieur tapisse le fond du sillon préauriculaire et que quelques-unes de ses fibres s'y insèrent dans de petites dépressions qu'on y observe parfois. La majeure partie du ligament va s'insérer à la lèvre externe de la gouttière".

Hier bestreitet also VERNEAU nur meine Auffassung der anatomischen Bedeutung des sulcus praeauricularis; später geht er aber weiter [3]): „Le sillon préauriculaire me paraît correspondre au trajet de l'artère hypogastrique. Je crois pouvoir affirmer la constance de ce sillon en faisant toutefois cette reserve qu'il peut être réduit à une simple dépression". An einer anderen Stelle seines Buches [4]) spricht er von zwei secundären Rinnen: „J'ai décrit assez longuement le sillon préauriculaire. Il peut être subdivisé en deux sillons secondaires, correspondant probablement l'un à l'artère, l'autre à la veine hypogastrique".

---

[1]) S. 28. [2]) l. c. p. 25. [3]) p. 38. [4]) p. 49.

Digitized by Google

Eene ganz andere Ansicht wird von HENNIG geäussert. In 1880 [1]) nennt er den sulcus praeauricularis „eine für Ursprünge von Muskeln bestimmte Rinne" und später in 1886 [2]), wie schon eben erwähnt: „Jene für Muskel-und Fascienursprünge bestimmte Furche".

Zwei Ansichten stehen also der meinigen gegenüber: die erste von VERNEAU, der die Rinne als von den vasis hypogastricis veranlasst betrachtet und sie sum Theil auch auf das Kreuzbein verlegt; die zweite von HENNIG, welcher den sulcus praeauricularis für den Ursprung von Muskeln und Fascien bestimmt achtet.

Es wird nicht schwer sein, das Unhaltbare dieser beiden Auffassungen zu beweisen.

Ich wünsche aber erst die Resultate von Untersuchungen mit zu theilen, welche ich nach Anlass der Behauptungen VERNEAU's über das Vorkommen von Rinnen an der Vorderfläche des Kreuzbeins angestellt habe.

An einzelnen Kreuzbeinen, vorzüglich an denjenigen, an welchen der letzte Lumbalwirbel an einer oder an beiden Seiten dem Sacrum einverleibt ist, sieht man an der Vorderfläche seichte, ziemlich breite Gruben, welche sehr deutlich den Lauf des letzten Lumbalnerven auf dem Wege zum plexus ischiadicus angeben. Diese können demnach hier weiterhin ausser Betracht bleiben.

Es stellte sich aber bald heraus, dass wirklich, obgleich selten, auch am Unter- und Vorderrande der superficies auricularis des Kreuzbeins eine Rinne vorgefunden wird, welche mit derjenigen am Hüftbein eine überrasschende Achnlichkeit zeigt.

Den 14, im ersten Theil dieser Arbeit erwähnten, von mir untersuchten Rassenbecken fehlte 8 Mal jede Spur einer Rinne in der Nähe der Gelenkfläche des Kreuzbeins.

Die Uebrigen zeigten nun das Folgende:

1. *Bastard-Chinesin* (Katal. **r. r. r. 2**).

An beiden Seiten, links jedoch schwächer, vor der superficies auricularis ossis sacri eine seichte Grube, welche sich von unten bis an den Unterrand des ersten foramen sacrale anterius nach oben fortsetzt.

2. *Mann* von *Atjeh* (Katal. **r. r. r. 4**).

Links eine Grube unterhalb der superficies auricularis, welche nach oben bis an die Mitte des zweiten foramen sacrale anterius zu verfolgen ist.

3. *Frau* von *Engano* (Katal. **r. r. r. 6**). Rechts eine ähnliche

[1]) HENNIG, *Das kindliche Becken* in: *Archiv für Anatomie und Physiologie*, Anat. Abth. 1880. S. 76.

[2]) HENNIG, *Das Rassenbecken*, S. 187.



Grube wie am vorigen Becken, bis zum Oberrande des dritten foramen sacrale anterius.

4. *Frau* von *Beleling*, *Bali* (Katal. **r. r. r. 31**).

Rechts eine seichte Grube bis an den Unterrand des ersten foramen sacrale anterius.

5. *Frau* von *Koepang*, *Timor* (Katal. **r. r. r. 32**).

An beiden Seiten eine Grube unter und vor der superficies auricularis bis an den Unterrand des ersten foramen sacrale anterius.

6. *Frau* von *Nias*.

An beiden Seiteu unterhalb des unteren Theiles der superficies auricularis eine mehr als 1 c.M. breite Grube, welche, sich verschmälernd, bis an den Unterrand des zweiten foramen sacrale anterius zu verfolgen ist.

Die Untersuchung des Kreuzbeins an den 12 Rassenskeleten lieferte nur negative Resultate; die eingetrocknete Bandmasse machte die Untersuchung an einzelnen Skeleten unvollständig.

Ich untersuchte weiter 37 isolirte Kreuzbeine (warunter 3 weibliche) aus dem Präparirsaale herkünftig.

An 22 Exemplaren war weder nnter noch vor der superficies auricularis eine Spur der Grube aufzufinden.

13 (unter welchen 2 weibliche) Kreuzbeine zeigten unter dem unteren Theile der Gelenkfläche eine mehr oder weniger deutliche Grube; an 4 dieser (allen männlich) war die Grube nur an der linken Seite vorhanden.

Ein männliches Kreuzbein hatte an der linken Seite unterhalb der superficies auricularis eine ziemlich tiefe Grube, welche nach vorn schmäler wird, indem sie — bis zu 1 c.M. anwachsend — sich auch nach hinten fortsetzt, und sich nicht weiter als bis zur Mitte des zweiten foramen sacrale anterius ausdehnt.

An einem weiblichen Kreuzbein endlich fand ich an beiden Seiten unterhalb der superficies auricularis eine tiefe, mehr als 1 c.M. breite Rinne, welche sich längs des Vorderrandes der superficies auricularis verfolgen lässt, allmählig seichter und schmäler wird und rechts am Oberrande, links am Unterrande des ersten foramen sacrale anterius endet; der Boden ist an einzelnen Stellen rauh. (Taf. II).

Die Rinne zeigt sich also am Kreuzbein unter der superficies auricularis am häufigsten und am deutlichsten; in denjenigen Fällen, in welchen sie sich bis vor die Gelenkfläche fortsetzt, ist sie daselbst gewöhlich schmal und seicht. Jedenfalls kommt sie viel selteuer vor als die Präauricular-Rinne des Darmbeins. Ich sah sie jedoch in einzelnen Fällen am Kreuzbein, während sie an den Hüftbeinen fehlte.

Digitized by Google

Ich schlage nun vor, ihr den Namen: *sulcus infra (prae) auricularis ossis sacri* beizulegen.

Können aber die genannten Rinnen [1]) mit dem Laufe der vasa hypogastrica in Beziehung stehen, wie es VERNEAU will? Die Antwort auf diese Frage muss, meiner Ueberzeugung nach, verneineud sein, und zwar aus folgenden Gründen.

Erstens beweisen diejenigen Fälle, in welchen der sulcus praeauricularis sich längs des ganzen Vorderrandes der Gelenkfläche verfolgen lässt, dass dieser Rinne eine andere Bedeutung zukommt als ihr von VERNEAU beigemessen wird. Untersucht man sie von unten nach oben, so findet man, dass sie in ihrer ganzen Ausdehnung dasselbe Aussehen, dieselbe Natur zeigt, und nun ist es doch kaum denkbar, dass der sulcus praeauricularis oberhalb der linea innominata, wo er unmöglich mit den vasis hypogastricis in Beziehung stehen kann, weil diese Gefässe daselbst nicht vorkommen, zu etwas anderem als unterhalb dieser Linie dienen sollte.

Es kommt aber noch hinzu, dass der musculus psoas gewöhnlich mit seinem medialen Rande über die linea innominata hinaus nach innen hervorragt, und dass dadurch die vasa hypogastrica von der Beckenwand abgehalten werden.

Man kann sich überdies auch sehr leicht davon überzeugen, dass manchmal ein gewisser Raum zwischen der arteria hypogastrica und der Beckenwand übrig bleibt; in diesen Fällen kann doch von einiger Beziehung zwischen dem sulcus praeauricularis und der genannten Pulsader wohl nicht die Rede sein. Und was nun die vena hypogastrica anbelangt, so fand ich sie stets mehr nach hinten und innen, an der Vorderfläche des Kreuzbeins und so weit von der articulatio sacro-iliaca entfernt, dass sie wohl nicht in der unmittelbaren Nähe dieses Gelenkes eine Grube veranlassen könnte. Wenn man nun hierbei noch in Betracht zieht, dass die Nerven, welche den plexus ischiadicus bilden, zwischen der vena hypogastrica und der Vorderfläche des Sacrums liegen, und dass der letzte Lumbalnerv, wie ich hieroben mittheilte, bisweilen eine sehr seichte Grube in ganz anderer Richtung als der sulcus praeauricularis veranlasst, dann scheint mir die Möglichkeit, dass die vena hypogastrica am Vorderrande der superficies auricularis ossis sacri eine Rinne hinterlassen sollte, hinlänglich widerlegt.

---

[1]) VERNEAU scheint sie als Theile einer einzigen Rinne zu betrachten, was entschieden unrichtig ist.

Digitized by Google

Die Auffassung Verneau's, der offenbar die Verhältnisse nicht selbst untersucht hat, muss also als unrichtig zurückgewiesen werden.

Die Ansicht Hennig's ist ebensowenig das Resultat eigener Forschung als diejenige Verneau's. Das Verhalten des sulcus praeauricularis wird von ihm unrichtig aufgefasst. Er spricht von einer „Furche, welche sich von der Innenfläche des grossen Beckens in das kleine hinabzuziehen pflegt" [1]). Die Sache ist aber gerade umgekehrt; die Rinne pflegt nur im kleinen Becken vorhanden zu sein und dehnt sich in einzelnen, jedoch nur seltenen, Fällen aufwärts bis in das grosse Becken aus, und noch seltener verläuft sie am ganzen Vorderrande der superficies auricularis hin.

Auch die Behauptung Hennig's, dass die Rinne für Ursprünge von Muskeln bestimmt sei, ist unhaltbar. Betrachten wir hiefür zuerst den sulcus praeauricularis im kleinen Becken. Nur ein einziger Muskel, nämlich der musculus obturatorius internus, könnte hiebei in Betracht kommen. Ich sah aber niemals den Ursprung dieses Muskels so nah an der Gelenkfläche des Darmbeins, dass dadurch die Präauricular-Rinne veranlasst werden könnte, und zwar am wenigsten im unteren Theile, wo die Rinne am meisten ausgeprägt zu sein pflegt.

Folglich kann also der sulcus praeauricularis im kleinen Becken die anatomische Bedeutung nicht haben, welche Hennig ihm zuschreibt.

Es ist weiter schon a priori unwahrscheinlich, dass die Rinne oberhalb der linea innominata (wo sie so selten angetroffen wird) eine Function haben sollte, welche ihr unterhalb dieser Linie abgeht. Auch hier kann nur ein einziger Muskel in Betracht kommen, nämlich der musculus iliacus internus. An den zahlreichen Muskelpräparaten, welche mir unter die Augen kamen, habe ich aber niemals beobachten können, dass die Bündel dieses Muskels gerade vor der Gelenkfläche des Darmbeins fester mit der unterliegenden Beinhaut verbunden seien oder auch tiefer dort eindrängen als am übrigen Theile der fossa iliaca.

Das Vorkommen des sulcus praeauricularis längs des ganzen Vorderrandes der Gelenkfläche des Darmbeins selbst bei jungen Kindern, welches ich im ersten Theil dieser Arbeit erwähnte, genügt, wie mir scheint, schon zur Widerlegung der Annahme Hennig's. Wir wissen doch, dass dergleichen Spuren von Muskelanheftungen sich erst in viel späterem Alter bei zunehmender Entwicklung der Muskeln zeigen, und an den erwähnten kindlichen Darmbeinen war eben noch keine Spur der linea arcuata externa (l. glutaea anterior),

---

[1]) *Das Rassenbecken*, S. 161.

welche ubrigens selbst bei schwachen Muskel-Individuen deutlich vorhanden zu sein pflegt, zu entdecken.

Hennig spricht auch von „Fascienursprüngen", für welche der sulcus praeauricularis bestimmt sein sollte. Es ist mir aber nicht gelungen zu entdecken, welche Fascien Hennig hier gemeint haben kann. In der Umgebung des sulcus praeauricularis sind solche mir wenigstens nicht bekannt.

Die obigen Gründe werden, wie ich hoffe, zur Widerlegung der Annahme Hennig's genügen.

Während vieler Jahre habe ich mich bemüht, im hiesigen Präparirsaale den Verhältnissen der ligamenta sacro-iliaca anteriora, gelegentlich auch bei vorhandenem sulcus praeauricularis, genau nach zu forschen und stets bin ich von Neuem in meiner früheren Ansicht, dass die Rinne zur Anheftung der genannten Bänder dient, bestärkt worden. Die oben citirte Beschreibung, welche Verneau von diesen Verhältnissen giebt, ist im Allgemeinen genau genug. Darum befremdet es desto mehr, dass Verneau der Präauricular-Rinne eine andere Bedeutung beilegt als aus seinen bezüglichen Mittheilungeu abzuleiten ist, und dass er annimmt die Rinne stehe in Beziehung zu den vasis hypogastricis, was ich als unrichtig widerlegt zu haben glaube.

An einzelnen der getrockneten Becken war es mir ebenfalls leicht, mich aufs Neue zu überzeugen, dass die in Rede stehende Bandmasse auch mit dem Boden des sulcus praeauricularis sehr fest verbunden sei.

Bisher war nur von der Präauricular-Rinne des Darmbeins die Rede. Es ist aber wohl kein Zweifel darüber möglich, dass, wo am Kreuzbein eine ähnliche Rinne vorgefunden wird, sie auch an diesem Knochen dieselbe Bedeutung wie am Darmbeine haben wird.

Aus dem Mitgetheilten ergiebt sich, dass die Präauricular-Rinne, sowohl am Darmbein als am Kreuzbein, im unteren Theile am stärksten entwickelt ist, nämlich unter der linea innominata des Darmbeins und unter dem unteren Theile der Gelenkfläche des Kreuzbeins; am letzteren Knochen ist sie aber nur sehr selten längs des Vorderrandes der superficies auricularis zu verfolgen.

Ich glaube die Erklärung dieses Factums in Folgendem gefunden zu haben. An der Hinterseite des Ilio-sacral-Gelenks wird der Raum zwischen Darm- und Kreuzbein beinah ganz von den ligamenta vaga posteriora ausgefüllt. Meyer war meines Wissens der Erste, welcher die grosse mechanische Bedeutung dieser Bänder betont hat. Er beschreibt sie folgenderweise [1]): „der obere (hintere) Theil

Digitized by Google

(tuberositas) des Darmbeines dagegen überragt die obere (hintere) Fläche des Kreuzbeines sehr beträchtlich, und von der ganzen inneren Fläche dieses Theiles gehen gewaltige Bandmassen *(ligamenta vaga posteriora)* auf die Rückenfläche des Kreuzbeines". Diese Bänder nun tragen das mit der Schwere des ganzen Rumpfes belastete Kreuzbein. Am oberen und hinteren Theile des Ilio-sacral-Gelenks versichern sie hinlänglich die Festigkeit dieser Verbindung. Dasselbe wird nun am vorderen und unteren Theile des Gelenks von den in der Präauricular-Rinne des Darmbeins, resp. des Kreuzbeius, angehefteten, dicken Bandmassen gelten, welche c.q. die Festigheit des Gelenks steigern werden.

Die Frage nach den Ursachen, weswegen der sulcus praeauricularis, besonders des Darmbeins, bald sehr stark entwickelt ist und bald gänzlich fehlt, bald sich längs des ganzen Vorderrandes der Gelenkfläche fortsetzt und bald nur unter der linea innominata gefunden wird, ist für jetzt nicht zu erledigen. Zur Ermöglichung der Lösung dieser Fragen würde man eine Anzahl von Daten brauchen, welche der Anatom wohl niemals zur Verfügung hat. Der Beruf kann dabei, wie mir scheint, von grossem Einflusse sein, und ich halte es für sehr wahrscheinlich, dass es sich ergeben würde, dass das Tragen schwerer Lasten dabei eine bedeutende Rolle spielt.

Verneau hat u. A. zur Bestreitung meiner Ansicht beigebracht, dass der sulcus praeauricularis bei schwachen Individuen („des sujets peu robustes") sehr stark entwickelt sein kann. Wir sehen davon ein schlagendes Beispiel in Fig. I und in den von Fritsch beschriebenen, von mir schon erwähnten Becken. Beide Becken gehörten javanischen Frauen an[2]). Bei meinen früheren Untersuchungen hat es sich schon herausgestellt, das das Becken dieser Frauen gewöhnlich „einen feinen, zierlichen Bau" hat[3]). Das Factum ist also unstreitig, berechtigt aber darum noch nicht zu dem Schlusse, zu dem Verneau gekommen ist und den ich als unrichtig zurückgewiesen habe. Vielleicht kommen vielfach vorhergegangene Schwangerschaften dabei ins Spiel. Mit Sicherheit ist aber auch diese Frage auf Grund des vorhandenen Materiales nicht zur Lösung

[1]) Meyer, *Die Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes*, Leipzig 1873, S. 285 uud *Lehrbuch der Anatomie des Menschen*, 3 Aufl., Leipzig, 1873, S. 128. Man sehe auch: Luschka's klassische Monographie: *Die Halbgelenke des menschlichen Körpers*, Berlin, 1858, S. 138, Taf. V, Fig. 1 u. 2. g.

[2]) Auch Verneau beschreibt eine sehr breite und tiefe Präauricular-Rinne am Becken einer *Indianerin aus Brasilien.*

[3]) *Untersuchungen*, S. 38.

zu bringen. Ich achte es jedoch der Mühe werth, darauf gelegentlich die Aufmerksamkeit zu lenken.

In Bezug auf die anatomische Bedeutung der Präauricular-Rinnen halte ich mich berechtigt, meine Schlussfolgerung auf diese Weise zu formuliren:

Die Präauricular-Rinne sowohl des Darmbeins als diejenige des Kreuzbeins dient zur Anheftung der ligamenta sacro-iliaca anteriora.

Leiden, December 1892.

Digitized by Google

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

TAFEL I.

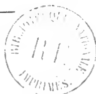
Fig. 1. Rechtes Hüftbein einer erwachsenen, javanischen Frau mit stark entwickeltem sulcus praeauricularis ($^1/_2$ natürl. Grösse).

Fig. 2. Linkes Hüftbein eines 45 jährigen Mannes mit sulcus praeauricularis am ganzen Vorderrande der Gelenkfläche hin ($^1/_2$ natürl. Grösse).

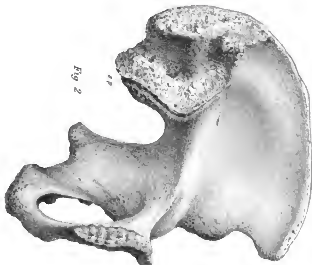
TAFEL II.

Weibliches Kreuzbein mit deutlicher Präauricular-Rinne an beiden Seiten (natürl. Grösse).

Die Abbildungen sind vom Custos des hiesigen Anatomischen Institutes, Herrn C. Miga, verfertigt.



Digitized by Google





C Miga ad nat del P.W.M. Trap impr A.J. Wendel lith





C. Riga ad nat. del. P. W. M. Trap impr. A. J. Wendel lith.


RF

Digitized by Google

OBSERVATIONS ON KARYOKINESIS

IN

SPIROGYRA.



BY

Dr. J. W. MOLL.

Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam.

(TWEEDE SECTIE.)

DEEL I. N° 9.

(WITH TWO PLATES).



AMSTERDAM,
JOHANNES MÜLLER.
1893.

Digitized by Google

OBSERVATIONS ON KARYOKINESIS IN SPIROGYRA.

BY

Dr. J. W. MOLL.

INTRODUCTION. Some time ago I was seeking for a method, by which it would be possible to make sections of very small Algae and similar objects with the same precision, obtainable in the case of larger plants. From a methodical point of view my success till now was but an indifferent one. But as my experiments were chiefly made with a large species of Spirogyra, many nuclei and cells of which were in a state of division, I gradually obtained a certain amount of observations on the structure of the nuclei and their process of division in this plant.

These observations I enlarged from time to time and as they seem to me not wholly without interest, I will now give the results to the public.

Several species of Spirogyra have attracted the attention of many eminent observers. The phenomena of their nuclear and cell-division have been studied by STRASBURGER [1]), MACFARLANE [2]), FLEMMING [3]), TANGL [4]), MEUNIER [5]), and BEHRENS [6]); the structure of the nucleoli in the resting nuclei moreover by ZACHARIAS [7]), and indeed

[1]) STRASBURGER. Zellbildung u. Zelltheilung. 3. Ed. 1880; Ueb. den Theilungsvorgang der Zellkerne. Archiv. f. Mikrosk. Anat. Vol. 21, 1882, p. 476; die Controversen der indirecten Kerntheilung. Archiv. f. Mikrosk. Anat. Vol. 23, 1884; Ueb. Kern- u. Zelltheilung, 1888.

[2]) MACFARLANE. The structure and division of the vegetable cell. Trans. Bot. Soc. of Edinburgh. Vol. XIV, 1881, p. 192.

[3]) FLEMMING. Zellsubstanz, Kern- u. Zelltheilung, 1882.

[4]) TANGL. Ueb. die Theilung der Kerne in Spirogyra-Zellen. Sitzb. d. K. Akad. d. Wiss. in Wien, 1. Abth. Vol. 85, 1882, p. 268.

[5]) MEUNIER. Le nucléole des Spirogyra. La cellule, Vol. III. p. 333.

[6]) BEHRENS. Zur Kenntniss einiger Wachsthums- und Gestaltungsvorgänge in der vegetabilischen Zelle. Bot. Ztg. Vol. 48, 1890, p. 81.

[7]) ZACHARIAS. Ueb. den Nucleolus. Bot. Ztg. Vol. 43, 1885, p. 257.

our knowledge may be regarded in many respects as very accurate and even complete.

I will first call to the reader's mind some of the principal facts, recorded by the botanists mentioned above, and especially direct his attention to those points, over which my researches seem to shed some additional light.

Sructure of the resting nucleus. A nuclear membrane has been observed by all investigators and delineated by FLEMMING, STRASBURGER and others.

The nuclear plasm within this membrane has been represented by FLEMMING as a network, consisting of achromatic substance [1]), MEUNIER has in many of his figures done the same, though he draws the meshes somewhat narrower, and STRASBURGER's [2]) figures agree in most particulars with those of FLEMMING, though he describes the structure of the nuclear plasm as consisting of one or more greatly coiled threads. The number of nucleoli, observed in the resting nucleus, is one or two, and all investigators have remarked, that these little bodies are much more tenacious of nuclear dyes than the surrounding nuclear plasm. In this last is found at best but a very small number of little chromatic granules [3]) and MEUNIER goes so far as to deny even the existence of these [4]). At all events a nuclear stain has the same effect upon the nucleoli, which it exercises in the division-stages upon the nuclear segments, whilst this testimony can in no wise be given of the nuclear plasm.

Not many observers have studied the finer structure of the nucleolus. TANGL has remarked, that it possesses a well-defined membrane [5]) and MEUNIER has done the same [6]).

The contents of this membrane are by most authors represented as a homogeneous mass, but one of FLEMMING's figures [7]) shows, that this is not always the case and that it can contain some more transparent spots.

Several drawings of TANGL have the same aspect. But the structure of this part of the nucleolus has been investigated in particular

---

[1]) l. c. Taf. IIb fig. 30a.

[2]) Archiv. 1882, p. 524, Fig. 162. Kern- u. Zellth. p. 7 and Tab. I, Fig. 2.

[3]) STRASBURGER. Arch. 1882, p. 524. Kern- u. Zellth. p. 7. TANGL, l. c. p. 271. FLEMMING. l. c. Tab. IIb, fig. 30a, p. 159, 167 and 316.

[4]) MEUNIER l. c. p. 351.

[5]) l. c. p. 271.

[6] l. c. p. 347.

[7]) l. c. Taf. IIb, fig. 30.

by MEUNIER. He crushed living filaments of Spirogyra, in a sligtly alcaline solution of carmine, by a pressure upon the cover-glass and added after some minutes a few drops of diluted alcohol or some other fixing reagent. In the nucleoli thus treated, many of which had escaped from the nucleus and even from the cell, he found that a well-defined skein-structure became apparent. From all his observations he draws the conclusion, that this structure is common to all nucleoli of Spirogyra [1]).

Respecting the chemical character of the nucleolus there is at present some confusion. ZACHARIAS [2]) and MEUNIER [3]) have both studied this question and though their investigations were conducted in nearly the same manner, they arrived at entirely opposite results. We can only wait for further experiments on this head.

Karyokinesis. This process takes place in cells, which have previously become somewhat longer than usual.

The nucleus at first increases in thickness and BEHRENS saw, that in living cells, in which karyokinesis is going on, the nucleolus seems to disappear after a certain time.

By observations made on cells of which the protoplasmic contents had been hardened by some reagent, several authors have come to the conclusion, that the nucleolus furnishes the material, either in part or entirely, of which the nuclear segments are formed.

STRASBURGER has propounded this view repeatedly [4]) though he has afterwards come to a very different one [5]). FLEMMING's [6]) observations led him to the same conclusion. Both authors do say but very little on the manner, in which the transition of chromatic matter into the segments takes place.

---

[1]) These and other observations lead MEUNIER to adopt Carnoy's peculiar opinion, who in his Biologie cellulaire, p. 236, regards the nucleolus of Spirogyra as an equivalent of the whole nucleus in other plants and therefore calls it "nucléole-noyau". For two reasons I will not follow him in this interpretation: 1. we do not find in the nucléole-noyau a smaller body, to be compared to the nucleolus and thus Carnoy's comparison is but a limping one. It is true that the existence of such a body is accepted by MACFARLANE (l.c.) and he calls it nucleolo-nucleus. But his observations have since been confirmed by nobody, neither have they been so by me. 2. I cannot see, how, on Carnoy's view, the greater body surrounding the nucléole-noyau and now universally termed nucleus, should be regarded.

[2]) ZACHARIAS. Bot. Ztg. 1885, p. 273 and 1888, p. 90.

[3]) l. c.

[4]) STRASBURGER. Zellbild. u Zellth. 3. Ed. p. 174, 184, 185; Arch. f. Mikr. Anat. Vol. 21, p. 524; Controv. p. 51, Separ.

[5]) STRASBURGER. Ueb. Kern- u. Zellth. p. 190.

[6]) l. c. p. 316.

Somewhat more explicit on this head are TANGL and MEUNIER. The first[1]) figures and describes how the contents of the nucleolus are directly transformed into the segments, which are going to form the nuclear plate. MEUNIER[2]) states, that he saw the nucleolus lose its membrane at the beginning of the nuclear division, and that the skein, which forms the greater part of its contents, was divided into segments, but he does so under some reserve, remarking that it is extremely difficult to obtain perfect certainty about so small an object. Of all authors it is only ZACHARIAS[3]) who thinks it very improbable, that the nucleolus should furnish material for the nuclear segments and he does so in consequence of his chemical investigations.

The nuclear segments, once formed, lie all very accurately in an aequatorial plane, and the name of nuclear plate, formerly used for this stage of karyokinesis, seems here very appropriate indeed.

According to STRASBURGER[4]) it is very probable, that the number of segments constituting the nuclear plate is twelve. They split longitudinally and no doubt it is STRASBURGER's opinion[5]), that, when they separate, each of the longitudinal halves of the same segment withdraws in a different direction, so that never both take part in the formation of the same daughter-nucleus.

In the mean time the nuclear spindle has appeared, but as I have not made any observations on this process myself, I will refer the reader for this subject to the treatises cited above.

Between the two halves of the nuclear plate, when they have withdrawn towards the two sides, there now appears a certain amount of fluid, filling a cavity in the nuclear spindle. The amount of this fluid and therewith the size of the cavity increasing, the daughter-nuclei, for so we may now call the halves of the nuclear plate, are pushed farther away from each other. At the same time there occurs a bulging out of the walls of the cavity, already referred to, in an aequatorial direction, so that it seems as if a bladder, filled with fluid, extends between the daughter-nuclei. It is TANGL who has first described these phenomena[6]). He is of opinion, that the spindle-fibres extend at first through the fluid in the cavity, but

[1]) l. c. p. 277. figs. 13 and 14.

[2]) l. c. p. 383.

[3]) l. c. 1885, p. 280.

[4]) Kern- u. Zellth. p. 11. Taf. I, fig. 18b.

[5]) ibid. p. 16.

[6]) l. c. p. 11, ss.

Digitized by Google

that afterwards they bend outward and disappear, by uniting to the wall of the cavity.

By STRASBURGER [1]) some anterior observations of a similar description had already been made, but had been interpreted in a somewhat different manner. Afterwards [2]) however he has expressed his agreemen in all essential points with TANGL's views.

It is generally known, that whilst these processes are going on in the nucleus, the formation of a cell-wall between the daughter-nuclei begins, and it first appears in the form of a diaphragm. This diaphragm becoming narrower and narrower, its inner margin meets at a certain moment with the bladder mentioned above and according to STRASBURGER [3]) and TANGL [4]) this takes place when the breadth of the diaphragm has become nearly one third of the cell-radius. As the diaphragm of cellwall grows further inward, the wall of the bladder between the daughter-nuclei is pushed back at the same rate, the bladder becoming narrower, till its cavity is wholly lost and there remains only a protoplasmic string, which, in the end, is cut through by the cellwall losing its central orifice. In STRASBURGER's and TANGL's drawings this phenomenon is repeatedly represented.

In a recent publication BEHRENS [5]) describes the karyokinesis of Spirogyra, as observed in the living filaments and he calls the cavity, filled with fluid, a vacuole with homogeneous contents. He took great pains in order to ascertain, whether this vacuole were possibly formed by the expansion of a very small vacuole previously existent. But he was unable to observe either this or any other mode in which the vacuole is generated.

Long before the vacuole between the halves of the nuclear plate is cut through by the cell wall, these halves have become real daughter-nuclei.

From TANGL's figures [6]) it might seem, that there is a direct transition from the halves of the nuclear-plate into the nucleoli of the daughter-nuclei.

STRASBURGER [7]) however has investigated this point somewhat

---

[1]) Zellbild u. Zellth. p. 176, ss. Taf. XI.

[2]) Kern- u. Zellth. p. 18, ss.

[3]) Kern- u. Zellth. p. 24.

[4]) l. c. fig. 23.

[5]) Bot. Ztg. 1890, p. 82, 85.

[6]) l. c. fig. 21—24.

[7]) Zellb. u. Zellth. p. 176. Arch. f. Mikr. Anat. Vol. 21, p. 526. Kern- u. Zellth. p. 23.

Digitized by Google

more particularly and comes in his description and figures to a different result. Several nucleoli are formed in or in contact with the mazes of the reticulum or skein, which constitutes a large part of the nuclear protoplasm in the daughter-nuclei. These nucleoli gradually fuse, till only one or two remain.

A few words may be added here concerning the relation between cellular and nuclear division.

Nuclear division, not followed by cell-division, has exceptionally been observed by several authors [1]). A cell with two nuclei, having a diaphragm of cell-wall protruding but very little into the cell was observed by TANGL [2]).

In normal cells the relation between nuclear and cell-division seems to be varying according to species. STRASBURGER [3]) mentions, that the diaphragm of cell-substance makes its appearance sometimes at the beginning of nuclear division, sometimes only after a nuclear plate has been formed. TANGL [4]) states, that it occurs at the same time at which the formation of the nuclear plate begins.

The diaphragmatic cellwall, in growing towards the centre of the cell, of course pushes the peripheral layer of protoplasm, with its green spiral-bands, before it. But STRASBURGER [5]) has observed, that this phenomenon is of a somewhat more complicated nature, in as far as the spiral-bands do not adhere to the thin layer of hyaloplasm, by which they are lined on the outside and which fits closely to the straight cellwall and its diaphragm. They on the contrary bend from two points of the cellwall at some distance of the diaphragm towards the inner margin of this. (fig. 17 *e* and *h*.) By bringing about plasmolysis it is observed, that the outer plasmatical layer also leaves the cellwall and is contracted towards the spiral bands, coming again into contact with them [6]). At last the bands are cut through by the progress of the diaphragm. They are then drawn back and come again into contact with the cellwall, at first bending

---

[1]) cf. STRASBURGER. Zellb. u. Zellth. p. 183.

[2]) l. c. p. 274.

[3]) Zellb. u. Zellth. p. 360.

[4]) l. c. p. 277.

[5]) Zellb. u. Zellth. p. 181.

[6]) From these observations the conclusion may be drawn, that the curious folds of the vacuole-wall (tonoplast), minutely described by de VRIES in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. VII, 1889, p. 19, as occurring often in abnormal conditions, are to be found in normal cells each time, that cell-division takes place and thus must be regarded as habitual phenomena.

Digitized by Google

at a right angle, so that they cover the peripherical part of the newly formed transverse wall. Afterwards they draw back still more, finally covering only the outer wall of the cell.

§ 1. METHOD.

With the exception of some observations, made on living filaments of Spirogyra, from a pond in the botanical garden at Groningen, the greater part of them was made on a thick Spirogyra-species, which I will describe afterwards. It was collected June 12th and 13th 1889 at 7h 30' p. m. from a ditch in the vicinity of Utrecht. It was at that time of the evening full of cells in various stages of division. I was unable to cultivate it for a somewhat longer space of time in the laboratory.

But a large number of filaments was immediately put into FLEMMING's mixture (chromic acid 0.75%, osmic acid 0.4%, acetic acid 4%). Here they remained for four days and after having been thoroughly washed out in pure water, they were put into a dialyser, containing water inside and 95% alcohol outside, this latter being renewed from time to time. Thus the transition from water to strong alcohol was effected without even the least degree of shrivelling. In this material some filaments were unfit for use, because the protoplasmic contents had contracted more or less. But in most of them there was no trace of any such change and in the cells of these threads all protoplasmic parts were in a really admirable condition. With another large species of Spirogyra some experiments were made by treating the threads with picric acid, dissolved in 50% alcohol, with picric-sulphuric acid (FOL), or a solution of 1% corrosive sublimate in water, but with all these fluids the results were very inferior to those with FLEMMING's mixture. Good results are to be had with 1% chromic acid, but material thus treated is much less adapted for the nuclear stain used by me.

The object of the succeeding manipulations is to imbed small pieces of the threads in paraffin, in such a manner, that series of consecutive sections may be made of them. I have had occasion to describe the general method, leading to this result, elsewhere [1]). But as the present material is somewhat difficult and necessitates the application of various peculiar precautions, I will shortly describe the whole process here, hoping thus to make it easy to control my observations.

---

[1]) Dodonaea, 1890, p. 325.

Some threads containing karyokinetic figures in the wished-for stages are selected and cut to pieces of from one to two millimetres in length, containing from ten to twenty cells. These pieces are transported with the aid of a small pipette into a glass box, containing a 6 % solution of horny, dry celloidin in a mixture of equal parts of aether and 90 % alcohol, which has been slightly stained with gentiana-violet, in order to facilitate its being distinguished in further operations. A certain amount of water in this solution is necessary; no absolute alcohol should be used.

Here they remain for some minutes and are then transported with a drop of the celloidin-solution, by means of a pipette, to a glass slide. The drop of fluid flows out and forms a thin layer, in the midst of which the thread lies. In a few moments there appears a film on the surface and then the slide is put into a glass vessel, filled with 95 or 96% alcohol. Here the celloidin layer soon becomes of a suitable consistency and, using a razor in the manner of a chisel, it is cut into pieces of nearly a square centimetre, each containing a piece of Spirogyra-thread. These pieces can be easily removed from the glass and are put again into 96% alcohol, which should this time be stained with gentiana-violet or some other dye somewhat more intensely, e. g. till it loses its tranparency. Here the celloidin-pieces remain for $1^1/_2$ hour or more, becoming of a homogeneous consistency and a very dark colour.

Now the alcohol should be replaced by oil of marjoram (origanum), in order to make a transportation into paraffin possible. Here some caution is necessary, for the celloidin has not penetrated into the cells and the transition to oil of marjoram is very likely to cause a large degree of shrivelling. Sometimes, especially if the threads contain only cells with resting nuclei, it is sufficient, previous to bringing the celloidin-pieces in pure oil of marjoram, to let them lie for some time in a mixture of 6 parts of this oil to 1 part of 96% alcohol. But in most cases, and especially if cells in stages of division be present, this precautionary measure is wholly insufficient. The only really safe mode is to bring at the bottom of a small glass cylinder some amount of the mixture referred to above (not pure oil of marjoram) and upon it, by means of a fine pipette, and in such a manner that both fluids do not mix, a thick layer of the coloured alcohol. The celloidin-pieces will, without losing their colour, quickly sink down to the boundary plane between the fluids and then will very gradually sink to the bottom. After a lapse of one or two hours they may be transported without injury into pure oil of marjoram. If the Spirogyra-threads, contained in the celloidin-pieces, be

now examined under the microscope, it will be seen, that there is not even the slightest sign of shrivelling and further, that those cells, which have been opened, when the threads were cut into pieces, are now filled with celloidin. This becomes manifest by their having the same tinge of colour as the rest of the piece of celloidin, whilst all intact cells, being filled with uncoloured oil of marjoram are of a much lighter tinge. For the rest all parts of the cells are to be distinguished admirably well, though they are stained only in a very feeble measure.

There are now made some preliminary sketches of the piece of thread in hand, first of the whole, magnifyed some 50 diameters, then of each nucleus separately, under a somewhat higher power e. g. 250 diameters. I found that these sketches are essential, if afterwards the results should be judged of with precision.

The piece of celloidin is then carefully cut with a razor into one of the shapes represented here: , making it easy to know without microscopical examination at which side the Spirogyra-thread is to be found and the precise direction in which te sections are to be made.

The transport of these pieces into paraffin is again a tedious process, from the great tendency to shrivelling. By experiments I learned, that it is necessary to convey them successively through solutions of 15, 30, 45, 60, 75 and 90°/₀ paraffin in oil of marjoram. These are kept in little, well-stoppered glass vessels, in small quantities, and thus the celloidin-pieces may be easily picked up with a spatula. A stay of 10 or 15 minutes in each solution is sufficient. If the pieces thus treated, be examined at last under the microscope, in a medium of pure, molten paraffin, it will be seen, that there has not taken placo even the slightest change in the cells. Finally the pieces are imbedded in the usual manner in a rectangular block of paraffin over which cold water is poured, as soon as it begins to cool and a thin film appears at its surface.

When the block of paraffin has been clipped with a razor to make it fit for the microtome, the deeply coloured piece of celloidin will shine through and it will be a very easy matter to adjust it on the microtome in such a position, that its sharp edge, indicating the direction of the sections to be made, is parallel to the edge of the razor. In this manner a really surprising exactness may be reached, so that it is by no means difficult, to make a series of longitudinal sections of a Spirogyra thread, all being parallel to its axis.

The greater part of the sections described in this paper was made

Digitized by Google

with de GROOT's microtome[1]) and most of them had a thickness of 5, some of 10 μ.

The ribbon of sections obtained is laid on a glass slide and examined under a low power of the microscope, in order to find out, which sections contain parts of the Spirogyra-thread. It now again becomes evident, that only those cells, which have been opened, contain celloidin, their contents being quite transparent as well as the surrounding celloidin. But the intact cells contain only paraffin, showing the same contorted structure, which is to be observed in the parts of the sections surrounding the celloidin. This proves at the same time the fact, that the molten paraffin has penetrated through the coating of celloidin into the cells. In a few cases small empty cavities are to be observed in some cells, and these cells are of course worthless. I do not know the cause of this defect and have not been able to eliminate it in all cases.

That part of the ribbon, which contains the sections, is now glued to a slide, with albumen, in the usual manner. Have the sections become somewhat wrinkled, this can be previously remedied by floating the ribbon for a few moments on the surface of tepid water, but in most cases this ceremony can be dispensed with.

The slides are heated and then put into turpentine, in order to solve the paraffin, then into 95% alcohol for removing the turpentine. Two glasses filled with each fluid are consecutively passed through. In turpentine the slides should remain for as short a time as possible e. g. not for longer than one hour, because this reagent has, after a prolonged stay, sometimes only after many days, a very detrimental effect. At last the whole of the protoplasm becomes disorganized, the chromatic substances are lost and the cellwalls become swollen, showing a quantity of very fine strata. For staining the sections I used always a very dilute watery solution of Gentiana-violet R. from TROMMSDORFF (one part of a concentrated solution in 95% alcohol to thousand parts of water). The slides remain in this fluid from one to three hours, at a temperature of 60° C. They are then dipped for a single moment into absolute alcohol with $^1/_{10}$ % of hydrochloric acid — for the same space of time into alcohol, to which a single drop of caustic ammonia has been added and finally they are washed for a very short time in neutral absolute alcohol. Then some drops of oil of cloves are added to the sections, which are now ready for examination. They were in most cases mounted immediately afterwards in Canada-balsam, or a solution

[1]) Zeitschr. f. wiss. Mikr. IV, 1887, p. 145.

of dammar or colophony in turpentine. According to the time passed in the staining solution, different results are obtained and I have found this fact largoly profitable for bringing to light different structures. It is from this cause, that on the plates illustrating this paper, the figures aro of very various intensity. I will return to this subject in discussing the rosults of my investigations.

If it be wished to remove the celloidin from the sections before staining, this can be brought about by bringing tho slido into a mixture of aether and alcohol. But it is hardly worth while, because in oil of cloves almost all celloidin is quickly dissolved and should any traces of it remain, I have never found, that they were in the least degreo inconvenient; on the contrary these slightly-stained patches facilitate the finding of the diminutive sections under the microscope. This is often a tedious task and it is almost always necessary to mark in some manner the spots on the slide, where nuclei are to be found. In the case of transverso sections, it will be advisable to give a number to each nucleus, corresponding to a number in the preliminary sketch.

It is clear, that if the method described here, gavo always good results, it would bo of much importance for the study of microscopical organisms. But this is not the case, at all events not with objects such as Spirogyra, the cells of which possess large vacuoles. I have told, that celloidin does not penetrate into intact cells and this is the cause of a strong propensity to shrivelling. This obstacle however, as we have seen, may be removed by the precautions, mentioned above. But when the sections aro made, the same cause will produce evil effects, which I have till now not been able to eliminate.

When the edge of the razor is passing from paraffin into the celloidin, which has been soaked with paraffin, there is no difficulty, but when, on ontering the imbedded thread, the reverse takes place the softer paraffin-mass will be loosened from the neighbouring celloidin and somewhat compressed. Thus some parts of the cells will be crushed and will get out of place. The nuclei, lying in the centre of the cells, ofton remain in their places and this circumstance has made my investigations possible. But in most cases all elegance of the preparations is lost and in some a total failure is the result.

With those cells, which were opened and filled with celloidin, it is quite the reverse. All parts remain intact and fully preserve their original places and in a few instances, in which such cells had not suffered quite too much, by having been cut through, magnificent specimens woro obtained.

Digitized by Google

For these cells moreover, shrivelling is not to be feared, even if they be transported at once from alcohol into oil of marjoram or from this into paraffin. If means could be found to introduce the celloidin into the cells all tedious operations of the method could also be dispensed with [1]).

With the help of this method, such as it is, the following observations were made.

§ 2. Observations.

In the first place I will give here a short description of the Spirogyra-species on which my observations were made, and fig. 19, representing a transverse section of a whole cell, will illustrate it.

The average thickness of the filaments in alcohol, obtained from 22 measurements is 135 μ (minim. 120, maxim. 150 μ). The average length of the cells is 100 μ (35 measurements, min. 80, max. 150 μ), but if they are in a state of division it is somewhat greater, viz. 158 μ (18 measurements, min. 120, max. 190 μ). Thus it appears, that the average difference in length between resting and dividing cells is not inconsiderable, but that in particular cases the difference may be very small or even inverse.

The transverse cellwalls of this species show no annular folds. The cellwall is everywhere thin and has no slimy coating. The number of spiral-bands is very variable in different individuals. In fig. 19 there appear 17. I often counted them and found also the numbers 12, 13, 14, sometimes 23 or 25. They are inclined at an angle of 50° towards the axis of the filament.

---

[1]) It is obvious, that I have made some trials, in order to promote the introduction of celloidin into the cells, but till now without success. For those, who should wish to improve the method, I will mention, that the following experiments were made without result:

The celloidin was dissolved in glacial acetic acid, absolute alcohol, methylic alcohol, acetone, acetic ether and oil of cloves. In order to seduce the cellwall to the admission of celloidin, filaments were previously treated with $^1/_4$ $^0/_0$ chromic acid at 60° C., $20^0/_0$ chromic acid, an alcoholic solution of caustic potash, picric-acid, chloride of zinc, nitric acid. No better results were obtained with Spirogyra-threads, treated when living, with the reagents mentioned at p. 9.

A stay of 43 days in the solution of celloidin had no effect.

It was tried to open the cells, by alternately freezing and thawing the threads four or six times and by means of a sharp needle under the microscope.

Instead of celloidin the use of photoxylin and gelatinous silica was tried.

Some experiments with the thallus of Lunularia vulgaris showed, that here the system of intercellular spaces is easily filled with celloidin, but that it does not penetrate into the cells.

Digitized by Google

The pyrenoids were always distinctly stained, in many cases much more distinctly than in fig. 19, representing a specimen, which had been dyed for one hour only. Often they were stained almost as intensely as the nucleolus, (Fig. 17 *e* and *h*). FLEMMING [1]) already made the same observation. By adding an alcoholic solution of jodine and afterwards glycerine, the starch granules, arranged circularly around the pyrenoids are coloured blue and appear with much distinctness. The protoplasmic threads, by which the nucleus is suspended in the middle of the cell, I very often saw terminating in the amylum-bodies, never elsewhere (fig. 19, 17 *e* and *h*).

Filaments in the act of conjugation I have found in abundance. Not all cells of a filament take part in this process; by a great number no conjugating processes are produced. These cells become very transparent, they contain no drops of oil, their chlorophyll-bands become very narrow, their amylum-bodies very small. The copulating cells on the contrary show large amylum-bodies, filled with starch, and broad chlorophyll-bands, whilst a very great number of oildrops is stained black bij the osmic acid of FLEMMING'S mixture. There is some difference between the cells of the feminine thread, which swell out towards the masculine one, and those of the masculine thread, retaining their cylindrical shape. Though so many copulating filaments were seen, I observed not a single zygospore: in all cases the protoplasmic contents still retaining their place. As moreover my material was collected for two subsequent days at the very same locality, it is probable, that the cells in this species remain copulating for a somewhat long time, before the zygospores are formed. STRASBURGER has described the same phenomenon [2]).

Of the so called attractive spheres, recently described by DE WILDEMANN [3]) for Spirogyra jugalis and nitida, I have not been able to see anything, and this most probably should be attributed to my methods of staining and mounting.

It is a well known, but lamentable fact, that the species of Spirogyra in many cases present unconquerable obstacles to their identification [4]), because our systematical knowledge of this genus is a very defective one. This is partly caused by an unhappy choice of specific characters. But the defect will never be thoroughly

---

1) l. c. p. 160.

2) Zellb. u. Zellth. p. 171, Kern. u. Zellth. p. 5.

3) Sur les sphères attractives dans quelques cellules végétales. Bull. Ac. Roy. de Belg. 1891. p. 594.

4) STRASBURGER Zellb. u. Zellth. p. 171.

Google

remedied, until it becomes possible to cultivate these plants with some degree of certainty and any one who has tried it, will know, that this very often is by no means so easy, as the unsuspicious student is sometimes led to believe.

Thus it is not to be wondered at, that in many cases, in which nuclear and cellular division of these plants were investigated, the names of the species, on which the observations were made, have remained uncertain or wholly unknown [1]). Of the species, recorded here, the following is all I can say. By consulting some of the best systematical works on Algae, I found that only the description of Spirogyra crassa Ktz corresponds, if not wholly, at all events in most essential parts with the characters I observed in my plant. These agree also very well with the description given by STRASBURGER [2]) of Spirogyra crassa Ktz.

But they agree as well with the description, given afterwards by the same author of another species, which he distinguishes from S. crassa Ktz. as S. polytaeniata (STRASBURGER?) [3]). Moreover I found myself at Groningen a Spirogyra-species, being, according to the systematical works, no other than S. crassa Ktz., but being at the same time without doubt a species different from that, on which my observations were made, as for instance its nuclei were not disciform but globular.

Under these restrictions I will call the species, I used in my investigations, Spirogyra crassa Ktz.

I will now begin with a description of the nucleus in its resting state. It is disciform and shows in almost all cases a very distinct membrane (fig. 20, 21, 23, 25). The number of nucleoli varies from one (fig. 19, 23, etc.) to two (fig. 20, 21, 28).

The shape of the nucleus, as shown in a longitudinal section is not always the same. Sometimes it is lenticular and thick, so that the nucleoli are thinner than the nucleus (fig. 25), but sometimes also it is flatter and thinner, so that the nucleoli are thicker than the nucleus and protuberate. A section of such a nucleus is drawn in fig. 20, of an intermediate form in fig. 23.

In filaments composed of short cells, none of which are dividing, only thin nuclei are to be observed. But in filaments, in which many cells are in the act of dividing, they are seldom met with, and if so,

---

[1]) STRASBURGER Zellb. u. Zellth. p. 171; FLEMMING l. c. p. 315; BEHRENS l. c. p. 81; MEUNIER l. c. p. 340.

[2]) Zellb. u. Zellth. p. 171 and 186.

[3]) Kern- u. Zellth. p. 4.

only in cells which are particularly short. Most resting nuclei in such threads are thick ones. The same can be said of the nucloi in cells, which have just divided, as is shown by the protoplasmic string, extending from one nucleus to the other. From these facts I conclude, that thin nuclei are tho true resting ones, the thick nuclei being near to the dividing condition, either before or after it.

Respecting the distribution of the chromatic substances in tho resting nucleus, it may bo said, that only the nucleoli retain gentiana-violet with obstinacy; from all other parts it is extracted without difficulty. This is true concerning intensely-stained nuclei (for 3 hours, figs. 20, 23, 25) as well as concerning feebly-stained (for 1 hour, fig. 21) ones.

The nuclear protoplasm shows a finely-reticulate structure (fig. 21), but in the transverse sections of nuclei not much of this can be seen.

It is more difficult to answer the quostion: which is the structure of the nucleolus?

As will be seen from the figures, three different cases occur. Some nucleoli present themselves as a homogeneous, black mass (figs. 23, 25 and the lower nucleolus of fig. 20). Figs. 20 and 21 show a more or less evident skein-structure and in fig. 26 an isolated nucleolus is seen, in which the presence of vacuoles seems to be indicated.

Homogeneous nucleoli are only to be found in specimens, stained for three hours and even then they are comparatively scarce. The skein-structure is often quite evident and is to be found in very many cases. With regard to the occurence of vacuoles, it must be observed, that certainty is here more difficult to obtain. But in many cases, in which thin slices of nucleoli had been cut off, and in some sections of 2 μ. thickness, made on the purpose, I saw them with absolute certainty and I must observe, that fig. 26, being a whole nucleolus, does not give an adequate idea of the distinctness with which I often saw them. They occurred in my soctions much oftoner than homogeneous nncleoli, but not so often as the skein-structure.

I now proceed to the inspection of nuclei, occurring in elongated cells and showing by their swollen and peculiar appearance, at the first glance, that the process of division has begun. Transverse sections of the filaments are here necessary, for thus the internal changes can best be seen.

I first direct the reader's attention to figs. 22 and 30, of which figs. 1 and 2 are the preliminary sketches. The protoplasm of both exhibits a fine network, essentially the same as in fig. 21. But moreover there is a slender, thread-like structure, of which it was impossible to represent the whole, for fear of embroiling the figures.

Digitized by Google

As far as could be judged of, the parts of it, drawn in the figures, were all united to each other and combinod to form a single coil, issuing from the pointed end of the now slightly pear-shaped nucleolus. It will not be superfluous to remark, that the point of the nucleolus and the beginning of the thread were seen exactly at the same level. This thread itself is formed by a feebly stained stroma, in which a regular row of more intensely-stained particles can be observed.

In both figures the nucleoli show somewhat brighter spots, as if there were vacuoles, and this particular is much more obvious in fig. 31 (preliminary sketch in fig. 3), representing the same stage of a somewhat less intensely-stained nucleolus. In this nucleolus a skein-structure is also to be seen.

Fig 29 again represents the same stage of karyokinesis, but much moro feebly-stained and here the skein-structure of the nucleolus is still more apparent. About this figure it should be further remarked, that the pointed end of the nucleolus was at the same level with the right hand loop, seeming to issue from it, whilst that to the left was at a somewhat lower level.

A feebly-stained nucleolus at a somewhat later stage is seen in fig. 28 *a* and *b*. This was a very thick nucleus, so that four sections were made from it, of which however only the two central ones are figured, the external ones being only slices of nuclear protoplasm. In these figures no parts were omitted, so that it is evident, that there is here not a single thread, but a certain number of segments containing chromatin, the nucleoli also containing some stained threads.

The observation of this stage is completed by fig. 27, corresponding to the preliminary sketch fig. 4. Only one section of two, containing segments, has been drawn here and the specimen was deeply-stained, viz. for three hours. The nucleolus notwithstanding is less stained than those of figs. 22 and 30, but it shows with much clearness the vacuoles, already noted in these figures and particularly in fig. 31. In the nuclear plasm are found twelve or thirteen segments, consisting of a faintly-stained intermediate substance, containing some sharply-defined chromatin-bodies. Here the network of nuclear plasm, which was missed in the feebly-stained specimens, appears again.

I now pass to Pl. II, where fig. 32 *a* and *b* show the two central ones of four sections from a nucleus, represented in fig. 5. It has already lost its rounded form and there are no traces of a nucleolus. This specimen again was feebly-coloured and shows twelve segments, which seem to consist wholly of chromatic substance, the achromatic, intermediate substance being no longer visible. The tinge of the nuclear

Digitized by Google

plasm is relatively somewhat darker than at the foregoing stages.

At both stages, represented in figs. 27 and 32, the segments lie by no means in an aequatorial plane, as is evident from the facts, that they are divided over two sections and that some of them had to be foreshortened in the drawing.

Through these transitional stages we are led unperceptibly to the nuclear plate. All segments here lying at the same level, beautiful specimens easily are to be got, as is shown by the figures 33, 35 and 37, of which the figures 6, 8 and 7 respectively represent the preliminary sketches.

In figs. 33 and 37 are drawn the central sections of very thick nuclei, one with twelve, the other with thirteen segments, none of these being quite straight. Thirteen segments were observed but once, twelve often, so that this is the normal number. From the preliminary sketches it goes forth, that in these cases no longitudinal splitting of the threads had as yet taken place. Fig. 37 again clearly exhibits the reticulum in the nuclear plasm, already observed in the resting nucleus and some dividing stages.

The nuclear membrane appears still with great distinctness in fig. 33, but in fig. 37 it is lost, so that this last figure corresponds to a somewhat later stage, a conclusion which is corroborated by the fact, that the angular transitional form of the nucleus in figs. 5 and 6 is changed in fig. 7 into a more rounded one, which will remain in subsequent stages. The figures 33 and 37 both represent intensely-stained nuclei.

In fig. 35 we meet with a nuclear plate, in which longtudinal splitting has already taken place, as can be seen in the preliminary sketch, fig. 8. The difference between this nucleus aud those of figs. 33 and 37 is but small; still it may be said, that the segments are somewhat thinner.

I will call the reader's attention also towards a somewhat more advanced stage, of which a preliminary sketch is drawn in fig. 9. The splitting of the nuclear plate and the separating of its halves are quite apparent. Transverse sections should have been made of this nucleus, but the result was, that they became somewhat oblique and thus were unfit for being drawn. But in this specimen it was very evident, that each segment corresponded with an exactly parallel one at a small distance.

I now pass to the phenomena, occurring in the nuclear spindle, between the two halves of the nuclear plate, destined to become daughter-nuclei. Here it will be necessary to have recourse to series of longitudinal sections.

Digitized by Google

In the stages of karyokinesis treated of till now, I have diligently sought for some vestiges of vacuoles in the vicinity of the nuclear plate and between its halves, but always in vain.

In fig. 36 *a* and *b* two longitudinal sections have been drawn from a nucleus, with nuclear plates already widely separated. Between them the spindle-fibres are very clear and at two spots these are somewhat thicker, but of a vacuole nothing is to be seen with certainty.

Fig. 34 illustrates a later stage, intensely-coloured, so that the spindle-fibres cannot be distinguished, but here the presence of a vacuole is evident. It does by no means occupy the centre of the spindle. This is the earliest stage, at which I have observed a cavity.

A complete series of longitudinal sections of a subsequent stage is figured in fig. 15 *a-f*. A large vacuole, here also occupying a lateral position, is to be seen, and moreover some smaller ones appear. Repeatedly I had occasion to observe the fact, that in this stage the occurrence of three or four vacuoles is the rule.

It is illustrated by fig. 38, being the fourth of a series of six consecutive, transverse sections from the nucleus, delineated in fig. 10. The same can be said of fig. 11. Of this nucleus seven transverse sections were obtained and the fourth one of these showed essentially the same aspect as fig. 38, though the protoplasmic walls had become thinner and the vacuoles larger. In the same measure as the nuclear spindle bulges out more and more, one of the vacuoles becomes more prominent, as is shown by fig. 18 *a-d*, representing four sections from a stage, in which the diaphragm of the new cell-wall has already reached the extending nuclear spindle. But the protoplasmic layer, limiting this vacuole, is of considerable thickness.

Four consecutive transverse sections, or parts of them, from a more advanced stage of karyokinesis are to be found in figs. 42 *a-d*. The preliminary sketch of it is fig. 13 and it will be seen, that the vacuole was here of a somewhat irregular shape. The direction of the sections was slightly oblique. Eight sections were obtained and of these fig. 42 *a* is a part of the second, 42 *d* of the fifth one, reckoning from the right hand side of fig. 13. Thus some parts of the protoplasmic layer, surrounding the vacuole, are seen from above and it appears, that they are very finely-striated, the lines being somewhat thicker at the aequator.

In fig. 17 *a-i* we see a series of longitudinal sections from a stage, in which the cell-wall-diaphragm has protruded a little further. Here again only a single, large vacuole is to be seen, diminished

in aequatorial diameter, as compared to fig. 18, and separated by a thin layer of protoplasm from the cell-sap. It is only in fig. 17*e* that perhaps a small vacuole besides the large one appears at the right hand side.

The succeeding stages show always a single vacuole, generally of a regular shape. Fig. 24 e. g. represents the middle section of fig. 14.

A series of sections through a still more advanced stage is seen in fig. 16 *a-h*. Here the daughter-nuclei are united together by a protoplasmic filament, still showing its vacuole in the vicinity of one nucleus, whilst it has almost disappeared at the other end.

Lastly we see in figs. 40 and 41 two nearly median sections through nuclei in the last stage of karyokinesis. In the last-named figure the remnant of the nuclear spindle has been cut through by the new cell-wall, though it still exhibits its central vacuole, divided into two parts, and even traces of a couple of smaller ones.

I now return to the nuclear plate, which we have left at the moment, that the twelve segments had splitted longitudinally and had begun to separate.

Comparing the figs. 36 *a* and *b* to 34 and 15 it is obvious, that the segments fuse together. Thus in longitudinal sections the appearance of separate fragments is modified into that of a homogeneous plate. Still this is only in appearance, as a glance at fig. 39 will show. This represents one of the daughter-nuclei of fig. 12, seen from above. There has been formed a somewhat complex skein, having apertures between its loops.

When the vacuole between the daughter-nuclei has expanded, as in fig. 18, the aspect is changed and the nuclear plate has made place to a daughter-nucleus, showing one or two nucleoli. These however at first by no means contain all chromatic substance and this fact is illustrated by the figs. 16 and 42, especially the last one. Here is easily observed a structure, often recalling to memory that of the opening stages of karyokinesis, viz. one or two nucleoli and a large number of smaller chromatic fragments, generally distributed in rows through a slightly-coloured, intermediate substance. However, this substance does not present itself in the shape of a single filament as in figs. 22, 30 and 31, but it obviously is a network. Finally the smaller, chromatic fragments disappear, one or two nucleoli remain and the nucleus returns to its resting state. After this description of my observat'ons on karyokinessis, I will record in a few words those on the relation between this phenomenon and cell-division.

Digitized by Google

The first traces of a transverse cell-wall in the shape of a diaphragm, I once observed in a cell, having a nucleus in the stage of fig. 32, the segments being just formed. But it was an exceptional case and in all others, in which this or an anterior stage of karyokinesis appeared, the formation of a cell-wall had not begun. But in all cases, in which I saw a nuclear plate, though still without signs of longitudinal splitting, the cell-wall had just made its appearance, and so it was in the cells belonging to figs. 33 and 37. In that belonging to fig. 35 the diaphragm had penetrated already a little further, but still for only $^1/_{11}$ part of the cell-radius.

The stage of the undivided nuclear plate consequently corresponds to the first beginning of cell-division.

The process can however be delayed sometimes. Thus the cell containing the nucleus, which is delineated in fig. 9, showed no traces of division, though the halves of the nuclear plate had already separated. I even found two cells, containing nuclei in the stage of fig. 36, in which the formation of a cellwall had not begun.

Lastly I will mention the case of a cell, in which karyokinesis had nearly come to an end, for it contained two nuclei, only united together by a protoplasmic string without a vacuole. Still the diaphragm had protruded only for $^1/_4$ part of the cell-radius. But these nuclei were not sound ones. They were stained irregularly in all their parts, and no nucleoli were seen in them.

In transverse sections the cell-walls dividing the nuclei are to be seen very well, as they are stained not intensely but still distinctly, which is also shown in fig. 19. But they seldom are quite plane, almost always bulging out a little towards one of the two cells.

From this cause such a cell-wall is generally divided over two sections, one containing a circular, central part, the other a diaphragm, into the aperture of which the central part nicely fits. Of the chlorophyll-bands nothing is seen on these cellwalls. If however there be no complete partition, but only a diaphragm of cell-substance in a dividing cell, it is to be observed, that these bands protrude upon the diaphragm even as far als one half of the cell-radius. They are placed obliquely, calling to the mind a partly-closed iris-diaphragm, with this exception that the bands leave a more or less considerable distance between them.

§ 3. Results.

In judging of the conclusions to be drawn from my observations, it should by all means be kept in mind, that they were made from hardened material.

Digitized by Google

The principal new facts, which were brought to light, are moreover of such a nature, that probably for some time to come, it will not be possible to see anything of them in the living cell.

Still I do believe, that there is a large degree of probability, that these phenomena are recorded essentially as they take place in living nuclei. I here observe, that the new facts, promulgated in this treatise, chiefly relate to the observation of transitional stages between some well-known stages of karyokinesis, easily seen in living cells, as well in the case of Spirogyra as in other ones. These principal stages are found to exist in my specimens with the utmost accuracy and the same may be said of all other parts of the cell, as well as of the nucleus. Thus, I think, there can be no objection to view the transitional stages also as genuine, unless there be wighty reasons, why in these cases the methods used have not been efficient. Such reasons however, as far as I can see, do not exist. Therefore I do not hesitate from my observations to draw conclusions about changes of form and movements which have taken place. But I will by no means, as some authors have done, extend my speculations towards the forces causing such changes.

Another observation, which should precede the discussion of the results, concerns the nature of the staining-process, used by me. Gentiana-violet is one of the best nuclear dyes and is not easily surpassed in demonstrating those elements of the nucleus, called chromatic and the interesting changes they undergo during the process of karyokinesis. But at the same time it should be kept in mind, that some parts of the cell, having no relation with the chromatic nuclear elements, are quite as tenacious and even more so of this dye.

FLEMMING's observation [1]), that the pyrenoids seize hold of aniline dyes with almost the same tenacity as the nucleolus, was confirmed by me and in a less measure the same may be said of the cell-wall. (fig. 19). It is moreover a curious fact, that the spiral-bands of spiral-vessels in the most different plants take hold of gentiana-violet with a truly wonderful force. In specimens made with the object of studying the nuclei, but extracted for too long a space with acid alcohol, so that the nuclear stain had vanished, the spiral-bands remained very intensely violet. I also possess specimens, containing sections of the ovules of Scilla sibirica, etc., made four years ago and stained with gentiana-violet. When first made, the nuclei were beautifully coloured, but now the colour has vanished from

---

[1]) l. c. p. 160. Taf. IV^a, fig. 47.

Digitized by Google

all parts with the exception of the spiral-bands, these retaining their original brightness. I have no doubt, that for the study of the distribution and the development of spiral-vessels this and similar dyes can be of much importance.

Knowing such facts, it will be necessary to reckon with them, in judging of the results of these researches, but I am confident that the sequel will show, that this has been done.

A second observation to be made about the staining is this, that it was effected by what several authors not inappropriately call the regressive method. It should be kept in mind, that by this process all parts of the cell and even the albumen, by which the specimen is fastened to the slide, are at first very intensely stained and that afterwards, by means of slightly-acidulated alcohol, the stain is extracted from certain parts more than from others.

With regard to the result, thus to be obtained, the space of time, during which the specimen remains in the staining solution, is a very important factor. If this space be very long, for instance some hours and if at the same time the extraction be moderate, the result can be, that all parts of the cell: cell-wall, protoplasm, nucleus, etc.. are stained with nearly the same intensity. And by modifying the treatment in these particulars all gradations may be obtained, till the almost exclusive staining of the nucleoli.

The knowledge of these facts wholly excludes the use of such staining methods as a kind of chemical reagents, by which certain substances, to be called chromatic, are always brought to light with the exclusion of others. But on the other hand, this method has many advantages for making visible various parts, differing in their tenacity of some particular staining reagent. By staining for a long time, those parts, which have only a small attraction for the dye, will also become visible and thereby the more chromatic elements will be covered more or less. By staining for a short time the first-named elements will remain invisible, the so-called chromatic ones becoming more clearly distinguishable in proportion.

From these considerations we will largely profit in drawing conclusions from my observations.

Concerning the nuclear plasm I was able to confirm the observation, that it is surrounded in the resting nucleus by a distinct membrane, remaining visible during karyokinesis even till the stage of the nuclear plate (fig. 33), but disappearing very soon afterwards (figs. 35, 37). In the daughter-nuclei, delineated in figs. 15 and 39, it has not yet reappeared, but in fig. 42 this is the case.

In the nuclear plasm itself we find through several stages of karyo-

Digitized by Google

kinesis, until the nuclear plate appears, a fine reticulum, which however is only visible in intensely-stained specimens, as a comparison of figs. 21, 22, 30, 31, 27 and 37 with figs. 28, 32, 33 and 35 will clearly show. The reticulum delineated by FLEMMING [1]) is much coarser than that observed by me, which agrees better with that represented by MEUNIER in several of his figures. In stages, subsequent to that of the nuclear plate, this structure disappears at the same time with the nuclear membrane and the fusion of nuclear and cellular protoplasm.

In young daughter-nuclei I have not been able to retrace the existence of this reticulum, at least it seems doubtful to me, whether the coarser reticulum, drawn in fig. 42 *a* and *b* be the same thing as the finer one, represented in the figures of the mother-nucleus.

Be this as it may, it is very certain, that in the cytoplasm of the resting nucleus no appreciable amount occurs of substances, comparable in their affinity to gentiana-violet to those constituting afterwards the so-called chromatic figure. On this head I can only corroborate the testimony of the authors cited above.

I now proceed to the structure of the nucleolus, the consideration of which will lead us to that of the chromatic figure. As it is no easy task to judge of this structure, I have not only made the observations already described, but I also repeated some of those of Meunier, bearing on this subject [2]). I made use for this purpose of a thick Spirogyra-species, already mentioned at p. 16. For reasons enumerated there, I will let it unnamed.

Filaments of this plant were brought into a drop of a watery solution of ammonio-acetic carmine (GRÜBLER's carminsaures Ammoniak, Hoyer), to which a trace of caustic ammonia had been added. If too much of this substance should be present, no staining will take place. These threads were then crushed between slide and cover-glass and by this process many nucleoli became wholly free and were seen floating through the fluid, others remaining in their places, but all stained. After the lapse of some minutes, 50 or 96 % alcohol was caused to replace the original medium and sometimes a drop of glycerine was put at the edge of the cover-glass, the specimens thus remaining longer fit for observation, but otherwise not becoming altered. The results obtained, agree in the main with those of Meunier, though I was by no means able, to get specimens, comparable in distinctness to his figs. 33—37.

---

[1]) l. c. Taf. II^b. fig. 30^a.

[2]) l. c. p. 370.

Digitized by Google

On 116 floating nucleoli, which were observed by me, I found 29 of which the skein-structure was really apparent, the loops being more or less free from each other. In these cases it was also apparent, that this skein contained the red stain, by which all these nucleoli were distinguished. In 64 nucleoli the same structure was less distinct, but its presence still probablo in the highest measure. In 21 I was unable to make out any structure and in 2 only, I observed more transparent, circular spots, reminding of vacuoles.

The reader will please to remember, that in the specimens, recorded in a former paragraph, I saw a few nucleoli homogeneously stained, many exhibiting a skein-structure and also a large number, containing vacuoles.

The homogeneous appearance of some nucleoli can be easily explained by their having been very intensely stained (see. p. 17) and in connection with the fact of their being few in number, there is no reason why, even in these cases, all structure should be wanting.

The presence of vacuoles was seen in many instances with as much certainty as is to be obtained, where the application of plasmolysis is excluded. One of FLEMMING's figures [1]) also shows the same. I further direct the reader's attention to tho nucleoli, represented in figs. 22 and 30, and especially in figs. 31 and 27.

These figures show, that intensely-stained nucleoli, which have lost their chromatic substances totally or in part, show vacuoles very clearly. Slightly-stained specimens, such as are seen in figs 29 and 28 exhibit nothing of this kind.

From all these facts I draw the conclusion, that in the resting nucleolus vacuoles are often present; it even appears by no means improbable, that this is always the case, but that sometimes their diminutiveness, combined to a feeble staining is the cause of their not being seen.

In accordance with this view is the fact, that vacuoles in normal nucleoli of plants and animals are of very frequent occurrence, so much so, that FLEMMING [2]) from the facts known to him, regards the universal occurrence of vacuoles in all nucleoli, not indeed as certain, but still as by no means improbable.

MEUNIER did not see them, neither did I, when I repeated his experiments, excepting a few instances. But this seems not incompatible with the foregoing view. For in these experiments

---

[1]) l. c. Taf. II[b]. fig. 30[a].

[2]) l. c. p. 151.

Digitized by Google

the living nucleoli were brought from their natural medium into a fluid fit to kill and to stain them, but not fit to arrest living protoplasm in its original form. Thus it is not to be wondered at, that the extremely delicate vacuoles disappeared by such a treatment.

Moreover MEUNIER, though in general regarding the appearance of vacuoles in nucleoli as a pathological phenomenon, has still observed them in normal nuclei also [1]).

Concerning the skein-structure of the nucleolus it should be borne in mind, that it was not only often observed in the resting nucleus (figs. 20 and 21), but that it always appeared in the first stages of karyokinesis, provided that the staining was not too intense (figs. 31, 29, 28). In those numerous cases, in which vacuoles were observed, the coexistence of a skein-structure was not at all excluded (fig. 26) and adding to this Meunier's experiments with carmine, repeated by me with nearly the same results, there is ample reason to concludo, that a skein-structure generally occurs in these nucleoli. It follows further from all observations, that the thread, here referred to, contains the chromatic substances of tho nucleus.

Resuming the foregoing considerations, I am driven to the conclusion, that in the resting nucleolus one or more threads exist, tenaciously retaining nuclear dyes and causing a skein-structure, but that the nucleolus moreover always contains a certain number of diminutive vacuoles. These vacuoles were so often observed, not only in Spirogyra but also in other plants, and the fact of their sometimes seeming to be absent is so easily explicable, that this last conclusion seems preferable to the view, that the structure of the nucleolus is not always the same and that vacuoles can sometimes be present and in other cases absent.

Further it is certain, that chromatic substance does not exist to an appreciablo amount outside of the resting nucleolus and this fact is of much importance in connection with another, viz. that this same snbstance in the stage of the nuclear plate does exclusively appear in the twelve nuclear segments.

These facts are connected by the view, held by several authors, that by the nucleolus the chromatic substance for the segments is furnished.

The only objection against this view is, that no transitional stages are known between nucleoli and segments. But this objection is removed by my observations and from this point of view the figs.

---

[1]) l. c. p. 345.

Digitized by Google

22, 30, 31, 29, 28, 27 and 32 should be considered. I think that from these the following conclusion must be drawn. The chromatic substance, which will form the segments, at an early stage leaves the nucleolus and is transferred into the nuclear plasm. At this stage the nucleolus assumes a modified shape, getting pointed at one side and at this point the chromatic substance leaves it, appearing in the nuclear plasm as small fragments, ranged in an intermediate, achromatic thread like the beads of a neck-lace; and thus a skein, containing chromatic substance, is formed (figs. 22, 30, 31).

It seems as if the chromatic substance were squeezed from the nucleolus by an aperture [1]). The thread linking the chromatic fragments together is of uncertain origin. It is possible, that it is formed from the nuclear plasm, before the chromatin leaves the nucleolus, or it could proceed from the nucleolus itself. This last supposition however is less probable, for in this case nuclei should be met with, in which only a short thread issued from the nucleolus. But though I examined a tolerable number of nuclei in this stage, some of them showing not yet much chromatic substance in the thread, this thread itself was always filling with its loops the whole nucleus as in figs. 22, 30, 31.

For this reason I think it probable, that the thread is first formed from the nuclear plasm and that afterwards the chromatin flows out into it.

Be this as it may, it has at all events been shown here, that the formation of nuclear segments from the nucleolus is accompanied by a special organisation and this seems to be no unimportant fact.

The chromatic elements in the thread now begin to fuse together at certain points and finally the thread is divided into 12 segments, each containing chromatic substance This has been the case in figs. 27 and 28 and in the first named figure it is still apparent, that the segments posess a faintly-coloured ground-work, and that the chromatic fragments are not yet all fused together.

But in fig. 32 their fusion has become complete and 12 homo-

---

[1]) Of course it can also be supposed, that the nucleolus is emptied by suction from the nuclear plasm, but this supposition is less probable, in as far as the nucleolus does not contract or become flattened, but retains to the very last its globular shape. If this be conceded, it may be asked, what can cause the pressure within the nucleolus, by which its chromatic contents are squeezed out and I cannot refrain from mentioning the view, that such a pressure can very well be caused by an increase in size of the vacuoles, which are seen filling the nucleolus, when all chromatic substance is driven out and the segments have been formed. But though this supposition connects very well the facts recorded here, I still think, that it would be rash to discuss it more fully as a scientific hypothesis.

Digitized by Google

geneously-stained segments are to be seen. The empty nucleolus has now disappeared, but a short time before, intensely-stained specimens (fig. 27) show, that a certain number of vacuoles is present in it.

Concerning the number of segments, I already observed, that I always found, in accordance with STRASBURGER: twelve; only in one case, delineated in fig. 37: thirtheen. This case is not an isolated one, as Strasburger and others mention some of these exceptions in several other plants [1]).

Some words should also be said on the phenomenon of longitudinal splitting, exhibited by the nuclear segments. It is well known, that most investigators assumo and do so not without cause, that the halves of segments, resulting from this splitting, separate and that, moving in different directions, each contributes towards the formation of a different daughter-nucleus, never two halves of one segment going towards the same daughter-nucleus.

This curious phenomenon has been called by FLEMMING: heteropoly. [2]).

Many authors are now of opinion, that in the nucleus is the seat of hereditary characters [3]), and the phenomena occurring in fertilisation are the chief supports of this supposition. But certainly this view can derive no inconsiderable support also from the existence of heteropoly. For if hereditary characters be concerned, it will be but natural, that the division of the nucleus into equal parts is conducted with the utmost care. And certainly heteropoly is a phenomenon, singularly adapted for obtaining such a result. From this point of view it is very important, that if heteropoly exists, it should be a generally- and well-ascertained fact. Still this is by no means the case. Most authors silently assume it, but the number of observations, on which this assumption is based, is very small. And this is not to be wondered at, for in living cells nothing of this phenomenon can be seen and the images seen in specimens, which have been treated with certain reagents and stains are mostly so very intricate, that it is impossible to draw from them more than hypothetical results.

Hence, though granting, that in a few instances heteropoly has been sufficiently proved, I still think that it is worth while to seek for more facts, proving the same and streugthening the opinion, that heteropoly universally occurs.

---

[1]) STRASBURGER. Kern- u. Zellth. p. 49.

[2]) FLEMMING. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 37, 1891, p. 717.

[3]) DE VRIES. Intracellulare Pangenesis, p. 166, ss. O. HERTWIG. Die Zelle u. die Gewebe, p. 257. A. WEISMANN. Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung, p. 31.

Digitized by Google

Now in Spirogyra the case is a very simple one, and I believe that from STRASBURGER's observations and my own it follows with certainty, that heteropoly exists here.

If, in the stage, represented in figs. 33 and 37, the segments split longitudinally and separate, without otherwise altering their relative positions, heteropoly will be the consequence. In most other plants however complex movements of the segments must take place, if heteropoly shall appear and these movements must be studied, if heteropoly shall be established.

In the case of Spirogyra it is therefore sufficient to prove, that no changes of place of the segments occur in the space of time between the longitudinal splitting and the separation of the halves of the segments from each other. If such changes do not take place heteropoly in Spirogyra is an established fact.

In this respect I think, that two figures of STRASBURGER [1]) and my figures 8 and 35 are conclusive. From STRASBURGER's explanation of plate [2]) I infer, that both figures represent the same nucleus seen from different sides, and with my own figures this is certainly the case. From STRASBURGER's fig. 18a and my fig. 8 it is evident, that splitting has already occurred, so that this is the moment, at which changes of place, preventing heteropoly should be seen, if they occur at all. Strasburger's fig. 18b and my fig. 35 however show no such thing, but the very same aspect as figs. 33 and 37, where no splitting had taken place, as appears in the preliminary sketches of these nuclei, in figs. 6 and 7.

The only difference is, that the segments in fig. 35 are, in consequence of the splitting, somewhat thinner than those in figs. 33 and 37. I further direct the reader's attention to the observation of oblique sections of the nucleus, represented in fig. 9, recorded at p. 19.

My observations do not throw much additional light upon the reconstruction of the daugther-nuclei from the halves of the nuclear plate. I repeatedly saw stages, such as represented in fig. 39, the segments having fused together with their ends and forming a disc, in which apertures remained. A subsequent stage is that, delineated in fig. 16 *b* and *g* and especially in fig. 42 *a* and *b*, and this stage agrees very well with STRASBURGER's observations, cited at p. 7 and 8. But transitional stages between these two, I have as yet not been able to observe.

Lastly some remarks upon the nature and development of the

[1]) Kern- u. Zellth. Taf. I, figs. 18a, 18b.

[2]) l. c. p. 251.

vacuoles in the nuclear spindle may be inserted. Like BEHRENS I tried to answer the question, whether, before vacuoles appear in the nuclear spindle, they be already present in the nuclear plasm and perhaps afterwards penetrate between the halves of the nuclear plate. Sometimes, drawing preliminary sketches under a low power, I saw images pointing to such an occurrence, e. g. fig. 6. But if no longitudinal sections are made, such observations procure no certainty, and in two cases, in which such sections were made, these did not show, what the preliminary sketches led to believe..

Hence I cannot say, that my observations tend towards the assumption, that the vacuoles between the daughter-nuclei are already present in the resting nucleus, but still less do they prove that a formation of new vacuoles takes place in the spindle. This question for the present remains unanswered.

For the rest I saw in nuclei, such as represented in fig. 34, that the vacuole, which first becomes visible, generally occupies a lateral position. Soon more vacuoles appear, so that in stages such as figs. 10, 11, 15 and 38 some are found, separated from each other by protoplasmic walls. But very soon one of them prevails in its dimensions (fig. 15), so that in subsequent stages (fig. 18, etc.) it seems as if only a single vacuole existed. But from figs. 15, 17 and 41 it appears, that smaller ones can still be present. These observations seem to show, that the larger vacuole pushes away the smaller ones, but at all events the possibility of a fusion of some vacuoles is by no means excluded.

The protoplasmic layer, surrounding the large vacuole, is at first very thick and remains so, even when the aequatorial dimensions of the vacuole have reached their highest point (fig. 18), but afterwards it becomes much thinner. When the vacuole becomes narrower by the protrusion of the cell-wall, its transverse section becomes nearly circular (fig. 24).

Though these observations throw no light upon the origin of the connecting vacuole, it still appears not uninteresting, that they show the presence of several vacuoles in the earlier stages.

There is still another part of our notions on this subject, which requires to be altered. As we have seen, it is believed, that through the connecting vacuole at first the spindle-fibres extend, afterwards bending outward and fusing with the surrounding protoplasm. And indeed, if no sections are made, many specimens, seen from without, are very apt to cause such an impression (figs. 10, 11, 12). But longitudinal sections show, that such is not the case and that these apparent connecting fibres are in reality the

Digitized by Google

optical sections of protoplasmic walls, separating the vacuoles Naturally it is not impossible, that in these walls spindle-fibres occur.

Finally I will say a few words on the fine striation of the protoplasmic layer, surrounding the connecting vacuole, which is represented in fig. 42. TANGL.[1]) and STRASBURGER [2]) both make mention of a similar striation and this is considered by the first author as caused, partly by the presence of spindle-fibres, partly by longitudinal folds accompanying the contraction of the vacuole.

If however fig. 42 be compared with the figures, given by these authors, it will appear, that the striation which I observed is much finer, so that here a different structure is brought to light. Moreover a comparison of the figs. 42 and 36 will show, that the spindle-fibres cannot cause this striation and the examination of figs. 42, 24 and 16 will teach, that folds of the protoplasmic layer do not exist. The nature of this striation for the present must remain unknown.

The first traces of a cell-wall I generally observed at a stage, in which a nuclear plate was visible and STRASBURGER [3]) found the same in Spirogyra nitida.

The foregoing observations have brought to light some facts, especially concerning the origin of the nuclear segments, showing that the process of karyokinesis, known as very intricate, at least in Spirogyra is still more complicated than it was thought to be till now. It remains an open question, if in other plants, besides Spirogyra, similar processes occur and can be observed. For the present I will only venture to say, that I by no means share the opinion of some authors, who think that in Spirogyra the process of karyokinesis is essentially different from that in the higher plants.

Groningen, October 1892.

---

[1]) l. c. p. 280, 282.

[2]) Kern- u. Zellth. p. 20.

[3]) Zellb. u. Zellth. p. 360.

Digitized by Google

EXPLANATION OF PLATES I AND II.

Illustrating Dr. J. W. Moll's paper "Observations on Karyokinesis in Spirogyra".

All figures are drawn from specimens of Spirogyra crassa Ktz., the living threads having been treated with Flemming's mixture of osmic, chromic and acetic acid, and the specimens stained with gentiana-violet.

Plate I.

Fig. 1—14. Zeiss. Achr. 2 + D. Preliminary sketches (p. 11), drawn before the sections were made, from unstained threads in a medinm of oil of marjoram. They correspond to the following figures, drawn at a much larger scale from the same nuclei, after the sections were made.

Fig. 1 = Fig. 22, cf. p. 17.	Fig. 8 = Fig. 35, cf. p. 19, 30.
» 2 = » 30, cf. p. 17.	» 9 cf. p. 19, 22, 30.
» 3 = » 31, cf. p. 18.	» 10 = Fig. 38, cf. p. 20, 31.
» 4 = » 27, cf. p. 18.	» 11 cf. p. 20, 31.
» 5 = » 32, cf. p. 18, 19.	» 12 = Fig. 39, cf. p. 21, 31.
» 6 = » 33, cf. p. 19, 30, 31.	» 13 = Fig. 42, cf. p. 20.
» 7 = » 37, cf. p. 19, 30.	» 14 = Fig. 24, cf. p. 21.

Fig. 15. Series of consecutive, longitndinal sections, showing one large and some smaller vacuoles in the nuclear spindle. Zeiss. Achr. 2 + Apochr. 1.25. Dammar. 5 μ. Stained for 3 hours. Cf. p. 20, 21, 24, 31.

» 16. Series of consecutive, transverse sections from two daughter-nuclei, united together by the remnant of the nuclear spindle, showing a single vacuole, which is at one side already obliterated. Between *b* and *c* a section was lost. Zeiss. Apochr. 6 + 1.25. Colophony. 5 μ. Stained for 1 hour. Cf. p. 21, 30, 32.

» 17. Series of consecutive, longitudinal sections through a cell, showing a single large vacuole between the daughter-nuclei. In *e* and *h* the cell-walls and protoplasm are also represented. Zeiss. Achrom. 2 + Apochr. 1.25. Dammar. 5 μ. Stained for 1 hour. Cf. p. 8, 18, 15, 20, 21, 31.

» 18. Series of consecutive, longitudinal sections through a cell, showing division in a stage between those of fig. 15 and 17. Between *a* and *b* were 2 sections, which have not been drawn, as was also the case with those subsequent to *d*. The whole number of sections from the bulged-out

spindle-figure was 10. Zeiss. Apochr. 6 + 1.25. Colophony. 5 μ. Cf. p. 20, 21, 31.

Fig. 19. Transverse section through a whole cell. The nucleus is in the stage, represented in fig. 31, but feebly-stained. Zeiss. Apochr. 4 + 1.25. Dammar. 5 μ. Stained for 1 hour. Cf. p. 14, 15, 16, 22, 23.

» 20. Longitudinal, median section from a thin, resting nucleus with 2 nucleoli. Zeiss. Apochr. 8 + 1.25. Dammar. 5 μ. Stained for 3 hours. Cf. p. 16, 17, 27.

» 21. Resting nucleus, from a transverse section. Zeiss. Apochr. 6 + 1.25. Colophony. 5 μ. Stained for 1 hour. Cf. p. 16, 17, 25, 27.

» 22. The largest part of a nucleus cut in two. Transverse section. The smaller part, which has not been represented here, was present in the next section and contained the portion of the nuclear membrane, missing in the figure and some parts of the thread-like structure. This nucleus is in the first stage of karyokinesis. Many thread-loops have not been delineated. Zeiss. Apochr. 4 + 1.30 (2.0). Canada-bals. 10 μ. Stained for 3 hours. Cf. fig. 1 and p. 17, 18, 21, 25, 26, 28.

» 23. Longitudinal, median section from a resting nucleus. Zeiss. Apochr. 8 + 1.25. Dammar. 5 μ. Stained for 3 hours. Cf. p. 16, 17.

» 24. Transverse section through the middle of the connecting vacuole of fig. 14. Zeiss. Apochr. 6 + 1.25. Dammar. 5 μ. Stained for one hour. Cf. fig. 14 and p. 21, 31, 32.

» 25. Median section through a resting nucleus, from which a series of 7 sections was got. The section next to this contained another nucleolus. Zeiss. Apochr. 8 + 1.25. Dammar. 5 μ. stained for 3 hours. Cf. p. 16, 17.

» 26. A detached nucleolus from a resting nucleus. Zeiss. Apochr. 6 + 1.25. Colophony. Stained for 1 hour. Cf. p. 17, 27.

» 27. Nucleus from a transverse section. It was divided into two parts, one of which is only represented here. The other half contained some segments and fragments of these, so that the whole number amounted to twelve, perhaps thirteen. This last number cannot be wondered at in this case, because in the same thread the nucleus, represented in fig. 37, was found. The achromatic, intermediate substance of the segments is still very apparent. Zeiss. Apochr. 4 + 1.30 (2.0). Canada-bals. 10 μ. Stained for 3 hours. Cf. fig. 4 and p. 18, 19, 25, 26, 28, 29.

» 28. Two consecutive sections from a nucleus nearly in the same

Digitized by Google

stage as fig. 27, but feebly-stained. Two slices of nuclear plasm in the sections on either side of these have not been represented here. Zeiss. Apochr. 6 + 1.25. Dammar. 5 μ. Stained for 1 hour. Cf. p. 16, 18, 25, 26, 27, 28.

Fig. 29. Nucleus from a transverse section at the same stage of karyokinesis as fig. 22, but feebly-stained. Many parts of the thread here also were left out. Zeiss. Apochr. 6 + 1.25. Colophony. 5 μ. Stained for 1 hour. Cf. p. 18, 25, 26, 27, 28.

» 30. Nucleus from a transverse section. It is in the same stage as fig. 22 and 29, and drawn in the same manner. Zeiss. Apochr. 4 + 1.30 (2.0). Canada-bals. 10 μ. Stained for 3 hours. Cf. fig. 2 and p. 17, 18, 21, 25, 26, 28.

» 31. Essentially the same as fig. 30. Zeiss. Apochr. 6 + 1,30 (2.0) Canada-bals. 10 μ. Stained for 3 hours. Cf. fig. 3 and p. 18, 21, 25, 26, 27, 28.

Plate II.

» 32. Two consecutive, transverse sections from a nucleus at a stage more advanced than fig. 27. Twelve segments appear, one of them having been cut in two and represented by two dark points. Two slices of nuclear plasm, containing no segments and appearing in the next sections on both sides, are not reproduced here. Zeiss. Apochr. 4 + 1.30 (2.0). Canada-bals. 5 μ. Stained for 1 hour. Cf. fig. 5 and p. 18, 19, 22, 25, 28.

» 33. Nucleus from a transverse section. Nuclear plate, before the longitudinal splitting. A slice of nuclear plasm, not represented here, was present in the next section. Zeiss. Apochr. 4 + 1.30 (2.0). Canada-bals. 10 μ. Stained for 2 or 3 hours. Cf. fig. 6 and p. 19, 22, 24, 25, 30.

» 34. Median section through a nuclear spindle, containing 2 daughter-plates and a vacuole. Zeiss. Apochr. 6 + 1.25. Canada-bals. 5 μ. Stained for 3 hours. Cf. p. 20, 21, 31.

» 35. Nucleus from a transverse section, both contiguous ones containing each a slice of nuclear plasm without segments. Nuclear plate after longitudinal splitting of segments. Zeiss. Apochr. 6 + 1.25. Dammar. 5 μ. Stained for $1^1/_2$ hour. Cf. fig. 8 and p 19, 22, 24, 25, 30.

» 36. Two consecutive, longitudinal sections from a nucleus, in which the daughter-plates have separated. Zeiss. Apochr. 8 + 1.25. Dammar. 5 μ. Stained for 1 hour. Cf. p. 20, 21, 22, 32.

» 37. Essentially the same as fig. 33, but with 13 segments. Zeiss.

Digitized by Google

Apochr. 6 + 1 30 (2.0). Canada-bals. 10 μ. Stained for 3 hours. Cf. fig. 7 and p. 19, 22, 24 25, 29, 30.

Fig. 38. Transverse section from the nucleus, represented in fig. 10. It was the fourth of a series of 6 sections, showing some vacuoles in the spindle. Zeiss. Apochr. 4 + 1.30 (2.0). Canada-bals. 5 μ. Stained for 2 hours. Cf. fig. 10 and p. 20, 31.

» 39. Trausverse section from the nucleus, represented in fig. 12, beiug the fifth of a consecutive series of six sections and containing the right-hand daughter-nucleus of fig. 12. Fusiou of the segments. Zeiss. Apochr. 6 + 1.25. Colophony. 5 μ. Stained for 1 hour. Cf. fig. 12 and p. 21, 24, 30.

» 40. Median section of a very late stage of karyokinesis. The new cell-wall has almost cut through the connecting vacuole. The next section contained the nucleolus, missing iu one of the daughter-nuclei. Zeiss. Achr. 2 + Apochr. 1.25. Dammar. 5 μ. Stained for 1 hour. Cf. p. 21.

» 41. Median section from a stage still somewhat later than fig. 40. The vacuole is cut through. Zeiss. Apochr. 8 + 1.25. Dammar. 5 μ. Stained for 3 hours. Cf. p. 21, 31.

» 42. Four consecutive, transverse sections through the nucleus, represented in fig. 13, being the second till fifth of a series of eight sections and containing the right-haud daughter-nucleus (*a* and *b*) In figs *b*, *c*, *d* only the left part of each section has been drawn. Fine striation of the protoplasmic layer, surrounding the vacuole. Zeiss. Apochr. 4 + 1.30 (2.0). Canada-bals. 5 μ. Stained for 2 hours. Cf. fig. 13 and p. 20, 21, 24, 25, 30, 32.

The original figs. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 31, 36, 37 and 41 were drawn at a larger scale, so that these figures are more or less reduced; fig. 33 should have been slightly enlarged, but this was omitted.

At the proper place (p. 10) I accidentally neglected to mention, that the idea of imbedding in celloidin and paraffin ist due to Kultschitzky, Zeitschr. f. wissensch. Mikrosk. IV, 1887, p. 48.

Digitized by Google

UEBER DIE

BUTYLALKOHOLGÄHRUNG

UND DAS

BUTYLFERMENT

VON

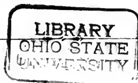
M. W. BEIJERINCK.



Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam.

(TWEEDE SECTIE.)

DEEL I. N°. 10.



Dubblet ...
4° Z
15



AMSTERDAM,
JOHANNES MÜLLER.
1893.

Digitized by Google

UEBER DIE BUTYLALKOHOLGÄHRUNG UND DAS BUTYLFERMENT,

VON

M. W. BEIJERINCK.

Es handelt sich bei dieser Gährung um den normalen Butylalkohol, welcher bei 117° C. siedet und in 12 Theilen Wasser löslich ist, woraus er durch Chlorcalcium abgeschieden werden kann. Durch Oxydation wird er in normale Buttersäure übergeführt. Dieser Alkohol ist nicht allein Product der auf den folgenden Seiten zu beschreibenden Gährung, deren Ferment ich fernerhin als *Granulobacter butylicum* bezeichen werde, sondern man findet davon kleine Quantitäten auch bei anderen Gährungen, besonders bei der Buttersäuregährung von Glukose, Rohrzucker, Glycerin und Mannit [1]), deren Urheber *Granulobacter saccharobutyricum* genannt werden mag. Im Gartenboden ist ein Streptokok-artiger Spaltpilz verbreitet, welcher aus concentrirten Maltosewürzen etwas Butylalkohol erzeugt. Ferner fand ich einmal in einer Aussaat von Erde vom Senegal, welche mit Erdnüssen übergekommen war, unter zahlreichen Kolonien von *Bacillus megatherium*, ein Clostridium, welches, vorübergehend, in Würze viel Butylalkohol bildete. Ich glaube darum, dass bei weiterer Aufmerksamkeit, normaler Butylalkohol sich als ein ziemlich verbreitetes Product des Bacterienlebens ergeben wird. Das Ferment, welches ich nachfolgend beschreibe, ist bisher nicht von dem Buttersäureferment unterschieden, womit es auch thatsächlich nahe verwandt ist. Von diesem letzteren Fermente werde ich unten eine Diagnose geben, und hoffe darauf später zurückzukommen bei einer allgemeinen Besprechung der spontanen Gährungen in Mehl-

[1]) A. Fitz. Ueber *Bacillus butylicus*. Berichte d. D. chem Gesellschaft, Jahrg. 15, pag. 867, 1882. *Bacillus butylicus*, Fitz, ist identisch mit meinem *Granulobacter saccharobutyricum*. Fitz kannte *Gr. butylicum* nicht.

teigen, welche, bei Zimmertemperatur angefertigt, im Brutschrank vergähren.

§ 1. Einleitung. Aufstellung der Gattung Granulobacter.

Im Jahre 1886 entdeckte ich, dass es bestimmte Getreidemehl- und Gerstenmalz-Varietäten gibt, welche, wenn dieselben mit kochendem Wasser eingemaischt werden, nach 24-stündiger Aufbewahrung bei Bruttemperatur, unter reichlicher Wasserstoff- und Kohlensäureproduction in eine reine Butylalkoholgährung gerathen. Aus anderen Mehlmustern entsteht bei gleicher Behandelung, neben den genannten Gasen und sehr wenig Butylalkohol, der Hauptsache nach Buttersäure [1]).

Das Verfahren des Einmaischens bezweckt im vorliegenden Falle Abtödtung der Milchsäurebacterien, Vertreibung der Luft aus der Mehlmasse, und Verkleisterung der Stärke, alles durch Einwirkung des kochenden Wassers. Die Sporen des Butylfermentes, der Heubacillen und der Buttersäurebacterie überleben das Kochen, wenn es vorsichtig geschieht, einige Secunden, und weil daraus obligat-anaërobe Bacterien entstehen, findet die Entwickelung zunächst in der Tiefe des Mehlbreies statt. Hier erzeugen die Bacterien sehr viel Amylase [2]), wodurch die verkleisterte Stärke verflüssigt wird und in Maltose [3]) übergeht.

Auf die mit der Luft in Berührung stehende Oberfläche der Maische bildet sich gewöhnlich eine „Heubacillendecke", welche übrigens nicht schadet, die Luft gut abschliesst und so die darunter stattfindende Gährung begünstigt.

Ich habe mich seit dem genannten Jahre vielfach mit diesem merkwürdigen Vorgange beschäftigt, und die Hauptfactoren worauf der Versuch beruht, derweise zu beherrschen gelernt, dass die Zahl

---

[1]) Ich habe bei sehr zahlreichen Gasanalysen bei diesen beiden Gährungen niemals eine Spur Methan oder irgend ein anderes Gas wie Wasserstof und Kohlensäure gefunden. Natronlauge und Palladiummohr absorbiren die Gährungsgase vollständig

[2]) Das Wort „Amylase" gebrauche ich, nach dem Beispiele der Franzosen, als Gattungsnamen für die verschiedenen Stärke spaltenden (amylolytisch wirkenden) Enzyme. Die folgenden „Amylasearten" habe ich genauer kennen gelernt. I. Maltase, II. Dextrinase, (welche beide zusammen die „Malzdiastase" darstellen; III. Ptyalin (und Pancreasdiastase); IV. Diastase in engerem Sinne (wozu Maismalzdiastase, Butyldiastase, Buchweizendiastase, Nyctagineendiastase); V. Glukase.

Die Worte Butyldiastase, Butylamylase, Granulobacterdiastase, welchen man fernerhin begegnen wird, erklären sich von selbst, sie bedeuten alle dasselbe durch *Granulobacter* erzeugte amylolytische Enzym.

[3]) Glukose entsteht dabei nicht.

der Getreidemehlmuster, womit derselbe gelungen ist, sich allmählich ausgedehnt hat.

Gute Gährungen habe ich, wenn auch nur ausnahmsweise, mit Roggen-, Weizen-, Spelz- und Gerstenmehl bekommen, doch ist die Ausbeute an Butylalkohol dabei ausserordentlich verschieden, abhängig von den jemals dabei thätigen Bacterienvarietäten und Arten. Meistens findet sich in solchem Mehl soviel Buttersäureferment, dass die Butylbacterie dadurch verdrungen wird. Weitaus am Besten komme ich aus mit, in einem Garten zu Delft cultivirten, nackten Sommer-Gerstenarten *(Hordeum distichon nudum* und *H. vulgare himalayense)* [1], worauf das Buttersäureferment gänzlich oder beinahe gänzlich zu fehlen scheint. Darauf folgt Spelz oder Dinkel, dann Roggen und endlich gewöhnlicher Weizen und Gerste, auf welchen Getreiden das Buttersäureferment in der angegebenen Reihenfolge mehr und mehr angehäuft vorzukommen scheint. Selbst mit reinem Weizenmehl, in dem Laden gekauft, sind einzelne Versuche gut gelungen.

Es dürfte nicht überflüssig sein hier die Frage nach dem Ursprunge des auf den genannten Getreidearten vorkommenden Butylfermentes kurz zu berühren, wenn ich auch nicht imstande bin dieselbe endgültig zu entscheiden. Wenn dasselbe auf die Aehre als Luftstaub angelangt, so erhebt sich die Frage, woher dann dieser Staub kommt? Da sich im Boden das Buttersäureferment, *Granulobacter saccharobutyricum*, ausserordentlich reichlich vorfindet, liegt es zwar auf der Hand an den Boden zu denken, als ursprüngliche Fundstelle auch des Butylfermentes. Wesshalb findet Letzteres sich dann aber so oft auf der nackten Gerste, ohne mit dem Buttersäureferment gemischt vorzukommen, während bei den, im nämlichen Garten gezüchteten gewöhnlichen Gerste-, Roggen- und Weizenvarietäten auf der Körneroberfläche immer *Gr. saccharobutyricum* sich in Mehrzahl vorfindet, sodass damit nur selten Butylgährungen zu erhalten sind? Ich vermag diese Frage nicht sicher zu beantworten. Ob *Gr. saccharobutyricum* vielleicht, unter irgend eine unbekannte Beeinflussung, in *Gr. butylicum* übergehen kann, das muss ich dahingestellt bleiben lassen. Im Laboratorium findet diese Umwandlung nicht statt; wohl aber bemerkt man bisweilen, dass ein gut aufbewahrtes Muster nackter Gerste, welches im Anfange nach der Ernte Butylgährung zu geben vermag, im Winter diese Eigenschaft verliert und dann nur *Gr. saccharobutyricum* zur Entwickelung bringen lässt. Bei diesem

[1] Meine Erfahrung läuft über Material, geerntet in den Jahren 1887, 88, 89, 90, 91 und 92.

Digitized by Google

Thatbestande habe ich mich die Frage vorgelegt ob *Gr. butylicum* vielleicht als Parasit im Inneren der Getreidekörner lebt und leicht mit dem Mehle abstirbt. Allein es ergiebt sich, dass das nicht der Fall its; die Sporen liegen, ohne jeden Zweifel, nur auf der Aussenseite der Körner [1]). Warum das Butylferment die nackte Gerste so sehr bevorzugt bleibt also noch unklar.

Mit Reis, Mais, Buchweizen, Johannisbrod (Schoten von *Caratonia siliqua*) und Sorgho habe ich niemals kräftige Butylgährungen erhalten können, diese Materialien gerathen nämlich immer in Buttersäuregährung. Da das Butylferment darin jedoch nicht fehlt, muss die Erklärung der Erscheinung in deren chemischen Beschaffenheit gesucht werden, und zwar, wie ich glaube, in der Gegenwart von Glukose, welche im Johannisbrod fertig vorkommt und aus Reis, Mais, Buchweizen und Sorgho, welche viel von dem Enzym Glukase enthalten, leicht aus der Stärke entsteht. Dieser Zucker nun, ist sehr geeignet um in Buttersäure überzugehen, schwieriger aber in Butylalkohol.

Für das Gelingen der Butylgährungsversuche mit Roggen-, Weizen-, Spelz- und Gerstenmehl ist das genaue Einhalten gewisser Temperaturen durchaus nothwendig, nicht nur beim Einmaischen, sondern auch im Brutschrank. Ein Temperaturwechsel von 5° C. im Letzteren kann Veranlassung zu Buttersäurebildung geben, und so den Versuch verderben. Dieses Verhalten muss wohl darauf beruhen, dass auf der Oberfläche der Körner dieser Getreidearten die Sporen des Buttersäurefermentes in sehr reichlicher Anzahl neben denjenigen der Butylbacterie vorkommen, und dass das Temperaturoptimum für erstere Art etwas niedriger gelegen ist, wie für letztere, sodass leicht eine Verdrängung stattfinden kann. Jedenfalls ist es mir gelungen die zwei Formen, durch die Gelatinemethode, aus einer *Maische* zu isoliren, sodass ich mich berechtigt glaube anzunehmen sie kommen schon auf den Getreidekörnern vor.

Die hier zu berücksichtigenden Bacterien sind noch nicht genügend unterschieden; sie haben bisher unter die Namen *Bacillus Amylobacter* und *Clostridium butyricum* gegangen. Ich glaube aber, dass der Augenblick gekommen ist diesen Sammelnamen aufzugeben und

[1]) Solche Fragen sind viel leichter zu beantworten als wie gewöhnlich angenommen wird. Man bringe dazu nur die Körner, oder Theile derselben, in Mühlengaze, oder auf irgend eine andere Weise eingeschlossen, in die richtig angestellten Gährungen oder Ansätze und untersuche später die davon angefertigten mikroskopischen Präparaten auf Bacterien: niemals wird man diese innerhalb der Gewebemassen, geschweige innerhalb geschlossener Zellen finden. *Granulobacter* dringt also nicht in unverletzte Zellen hinein.

Digitized by Google

dafür einige neue Arten aufzustellon [1]). Ich selber habe Gelegenheit gehabt, ausser den zwei schon angedeuteten, sammt deren Varietäten, noch eine dritte oft und in reichem Materiale untersuchen zu können, ich meine das Buttersäureferment des Calciumlactates. Alle drei haben mit einander gemeinsam, dass sie bei Gegenwart von viel Sauerstoff überhaupt nicht wachsen, dass wenn nur Spuren von Sauerstoff in den Gährmedien vorhanden sind, schnell bewegliche Stäbchen entstehen, welche sich mit Jod gelb färben und stürmisch Wasserstoff und Kohlensäure erzeugen. Bei vollständiger Anaërobiose füllt sich ein bestimmter Körpertheil vieler Stäbchen mit Granulose, welche sich mit Jod blau färbt; hierbei schwollen die Stäbchen stark an und verwandeln sich in Clostridiën. Aus letzterem Grunde schlage ich vor die Gesammtheit der Formen weiterhin unter den Gattungsnamen *Granulobacter* zusammen zu fassen.

Zu dieser Gattung glaube ich dann auch noch eine aërobe (temporär anaërobe) Art bringen zu müssen, welche bisher unter dem Namen *Bacillus Polymyxa* bekannt war, und welche ich ebenfalls ausführlich studirt haben. Die Uebersicht der vier genauer von mir untersuchten Formen ist dann wie folgt.

Granulobacter. Obligat- oder temporär anaërobe Gährungsbacteriën [2]), welche bei vollständiger Anaërobiose sich theilweise oder ganz mit Granulose anfüllen und dann Clostridiumform annehmen. Bei Gegenwart von Sauerstoffspuren entstehen schnellbewegliche Stäbchen, welche mit Jod gelb werden. Sporen entstehen in den Clostridien, und können einige Secunden oder Minuten auf 95° C. bis 100° C. in den Nährflüssigkeiten erhitzt werden, wodurch die Entfernung von verunreinigden Bacterien möglich ist. Unter den Gährungsproducten finden sich immer Kohlensäure und gewöhnlich auch Wasserstoff, während Methan vollständig fehlt.

Die vier Hauptarten sind dio folgenden.

Erstens: *Granulobacter butylicum* [3]).

Ist das Butylferment vieler Getreidemehlvarietäten. Besonders häufig auf nackter Gerste. Erzeugt aus Maltose normalen Butylalkohol, Wasserstoff und Kohlensäure, jedoch keine Buttersäure; nur anaërobie. Während der Gährung entsteht viel Diastase, welche einheitlich ist, und auch kein Glukase enthält. Sporen gross. Clostridien dick und

---

[1]) Wie das schon andeutungsweise von M. Gruber geschehen ist, welcher *Clostridium butyricum* (*Bacillus Amylobacter*) in drei Arten spaltet, welche er kurz beschreibt als I, II, III. Bacteriologisches Centralblatt, Bd. I, pag. 370, 1887.

[2]) Für die Erklärung des Ausdruckes „temporär anaërobie" verweise ich auf § 12.

[3]) Vielleicht identisch mit Gruber's *Bacillus Amylobacter* I, (vergl. Note 1).

kurz. Die Kolonien in Malzwürzegelatine sind milchweiss, zähschleimig, verflüssigen nicht.

Zweitens: *Granulobacter saccharobutyricum* [1]).

Das echte Buttersäureferment des Zuckers. Kommt stets vor auf Getreidemehl und in Erde von Gartenboden, und ist auch in Grabenschlamm sehr allgemein; ist das anaërobe Ferment der gewöhnlichen Buttersäuregährung aus Glukose, und schwieriger, aus Maltose. Erzeugt neben Gährungsbuttersäure, in welchselender Menge normalen Butylalkohol sowie Kohlensäure und Wasserstoff. Während der Gährung entsteht Diastase. Stimmt nahe mit voriger Art überein, sodass mikroskopische Unterscheidung nicht immer gelingt. Die Clostridien sind aber gewöhnlich schmaler, die Sporen kleiner, das Granuloseorgan ebenfalls kleiner, wie bei voriger Art. Die Kolonien wachsen in Malzwürzegelatine langsamer und bleiben kleiner und sie werden auch nicht so zähe, wie bei *G. butylicum*. Verflüssigt die Gelatine nicht.

Drittens: *Granulobacter lactobutyricum* [2]).

Ist das Buttersäureferment des Calciumlactates und erzeugt daraus, als anaërobe Clostridiumform, Calciumbutyrat, Wasserstof und Kohlensäure mit unbekannten Nebenproducten, allein kein Methan. Verliert sehr leicht die Gährkraft und wird dann zu einer Stäbchenbacterie, welche *Bacillus subtilis* ähnelt, jedoch anfangs Calciumlactat energisch zersetzt unter Bildung von Calciumcarbonat ohne Buttersäurebildung. Diese aërobe Form verflüssigt die Gelatine schwach, verwandelt sich nicht in die vorigen Arten und wächst überhaupt nicht in deren Nährlösungen. Die Clostridien sind gewöhnlich sehr kurz und dick, nicht schnell sondern nur langsam beweglich, die darin enthaltenen Sporen sind klein, mehr rund als wie beim Butylferment. Die Granulose färbt sich mit Jod nicht rein blau sondern violetblau. Die aërobe Form enthält in Reihen angeordneten Sporen, keine Granulose und wird mit Jod gelblich. Das dadurch aus dem Lactat erzeugte Calciumcarbonat besteht aus grossen interessanten Spheriten. Nach einigen Ueberimpfungen hört das Wachsthum, bei Luftzutrit, gänzlich auf. Auch die anaërobe Form veranlasst nur einzelne Gährungen um dann, bei fortgesetzter Ueberimpfung, ohne bekannten Grund, einzugehen. Kommt vor in den spontanen Buttersäuregährungen des Calciumlactates.

---

[1]) Ist identisch mit *Bacillus butylicus* Fitz, Berichte d.D. chem. Gesellschaft, Jahrg. 15, pag. 867, 1882. A. de Bary gibt davon eine gute Abbildung unter *Bacillus Amylobacter* in Vorlesungen über Bacterien, 1te Aufl., pag. 79, 1885.

[2]) Pasteur, Études sur la bière, p. 282, 1876.

Digitized by Google

Viertens: *Granulobacter Polymyxa*[1]).

Temporär-anaërobe Gährungsbacterie von Malzwürze; wächst bei vollständigen Luftzutritt am Besten, gährt jedoch nur bei beschränkter Lüftung. *Luftform* nur bewegliche Stäbchen, *Gährform* Clostridien mit wenig Granulose und meistens mit Sporen. Erzeugt einen weichen voluminösen Schleim. Bei der Gährung entsteht nur Kohlensäure, kein Wasserstoff, Butylalkol nur spurenweise und keine Buttersäure. Verflüssigt die Nährgelatine langsam, jedoch vollständig. Erzeugt etwas Diastase. Ist ein constanter Bewohner der Butylansätze und desshalb sicher auf Getreidekörnern heimisch. Bildet den Uebergangsschritt van *Granulobacter* zu den „Heubacillen."

Mit diesen vier Arten ist die Reihe der Granulobacterien nicht erschöpft, mir sind wenigstens noch zwei Arten vorgekommen, welche ich noch nicht in Cultur zu bringen vermochte, wovon die eine in Grabenmoder, die andere auf Getreidekörnern. Auch halte ich er für wahrscheinlich, dass *Leptothrix buccalis*, aus dem Zahnschleime, zu *Granulobacter* gebracht werden muss.

Im Staube orientalischer Getreide finden sich übrigens sehr merkwürdige Sporen erzeugende Nebenarten zu *Gr. Polymyxa*, eine davon wächst aërobie, bildet sehr zähe Zoogloeen und enthält Glycogen anstatt Granulose.

Im zukünftigen natürlichen Systeme wird *Granulobacter*, wie schon angedeutet, seine Stellung in der Nachbarschaft von der ziemlich umfangreichen Gruppe der sogenannten Heu- und Kartoffelbacillen finden.

Andererseits dürfte *Granulobacter* systematisch zusammen hängen mit BIENSTOCK's Bacterie der Darmfäulniss, *Bacillus putrefaciens coli*, sowie mit den übrigen Sporen erzeugenden Fäulnissbacteriën der Eiweisskörper. *Granulobacter* dürfte den amhöchsten differenzirten Typus des Bacteriensystems vergegenwärtigen.

Wie schon früher gesagt ist *Granulobacter butylicum* eine Art, welche jedenfalls mehrere nahe verwandte Formenvarietäten enthält, was ebenfalls gilt für *Gr. saccharobutyricum*. Die Existenz dieser Varietäten, welche oft eine Zwischenstellung zwischen den zwei Arten einnehmen, erschwert sowohl die Untersuchung der Letzteren, wie die richtige Auffassung und Beschreibung der dadurch verursachten Erscheinungen. Ich habe mich darum entschlossen mich in dieser Mittheilung zunächst nur mit dem scharf zu characterisirenden

---

[1]) PRAZMOWSKI, Entwickelung und Fermentwirkung einiger Bacterien, pag. 37, Leipzig 1880

Digitized by Google

Butylfermente zu beschäftigen, obschon *Gr. saccharobutyricum* allgemeiner verbreitet ist, in den Getreidemaischen *Gr. butylicum* leicht verdrängt, und dadurch in praktischer Beziehung wichtiger ist. Der Antagonismus zwischen den beiden Fermenten beruht zunächst auf die Leichtigkeit, womit *Gr. saccharobutyricum* aus Glukose Buttersäure erzeugt, welche für das Butylferment verderblich ist. Die Glukose haltigen Maischen von Mais, Sorgho, Reis und Buchweizen sind dadurch ausgezeichnet für *G. saccharobutyricum*, nicht jedoch für *G. butylicum* geeignet.

Auch das Johannisbrod enthält die Sporen beider Fermente, wird aber in den chemischen Handbüchern für Buttersäurebereitung empfohlen. Die Erklärung liegt, wie wir gesehen, im hohen Glukosegehalt des Johannisbrodes, woraus *Gr. saccharobutyricum* Säure erzeugt, welche das Wachsthum von *G. butylicum* hemmt.

§ 2. Der Butylansatz.

In der Presshefe-Industrie wird die zu vergährende Maische nicht direct mit Presshefe angestellt, sondern mit sogenanntem „Hefeansatz" oder „Kunsthefe." Man versteht darunter ein sehr consistenter dicker Malz-Roggen-Mehlbrei, welcher, nach Verzuckerung bei Diastasetemperatur, in spontane Milchsäuregährung kommt, wodurch das sogenannte „Sauergut" oder „Hefegut" entsteht, welches dann mit Hefe beschickt, nach der Gährung die „Kunsthefe" liefert. Die Hefe gährt in dem Sauergute gänzlich anaërobie und reinigt sich dadurch, während der Vergährung, beinahe vollständig von aëroben und halbaëroben Mikrobien [1]).

Mein Butylansatz hat einen ähnlichen Zweck, nur brauche ich nicht vorher zu verzuckeren, weil das Butylferment selber Diastase erzeugt, und auch brauche ich keine Butylbacterien hinzuzufügen, weil diese schon auf dem Getreide vorkommen, während echte Hefe darauf fehlt. Eigentlich sollte darum, für den richtigen Vergleich, der Butylansatz mit der spontan versäuerten Malz-Roggen-Maische, das heisst mit dem „Sauergute" verglichen werden.

Zur Herstellung des Butylansatzes bringe ich 50 bis 100 cM^3 destillirtes Wasser in ein hohes und schmales Becherglas auf dem Sandbade in lebhaftes Kochen, und setze dieses so lange fort bis die gelöste Luft gänzlich entfernt ist. Dann gebe ich mit einem

---

[1]) In historisch-industrieller Beziehung hat die „Kunsthefe" sich wohl zweifellos aus dem „Sauerteige" oder dem französischen „Levain" entwickelt, welches sich dadurch vom „Sauergute" unterscheidet, dass es Hefe enthält, während das Letztere Hefe-frei ist.

Löffel allmählich so viel grob gemahlenes, nicht gesiebtes Getreidemehl von nackter Gerste hinzu bis die Masse dickbreiig ist und die Löffel aufrecht darin stehen bleibt; zu dick soll der Brei jedoch nicht sein, weil dann die spärlichen Butylbacterien zu lange wachsen und Amylase erzeugen müssen ehe sie sich genügend durch die Masse verbreitet haben um diese überall in Gährung zu versetzen. Es wird dafür gesorgt, dass das Kochen während des Versuches nur sehr gelinde ist, sodass das zuletzt durchgemischtes Mehl nur einige Secunden auf 100° C. verweilt. Dann wird das Gläschen mit einer Glasplatte überdeckt und sofort in einen Thermostaten bei 35 à 37° C. gestellt. Hier findet das Abkühlen sehr langsam statt, und wenn man das Glas nach 12 Stunden genau beobachtet, so findet man schon einige Gasblasen als Zeichen der anfangenden Gährung, schon nach 24 Stunden kann die Gährung lebhaft sein und nach 36 Stunden ist der etwas betäubende, jedoch nicht unangenehme Geruch des Butylalkohols bemerkbar, welcher dann weiterhin noch einige Tage stärker wird. Hat man ein glückliches Getreidemuster getroffen, wie ich das im frischen Mehle der nackten Gerste meistens (nicht immer) vorfinde, so erhält man oft sofort eine wahrhafte Reingährung, denn selbst die Heupilze können dabei gänzlich in ihrer Entwickelung unterdrückt werden oder fehlen. Bei gewissen, sehr seltenen Mustern ist man auch in Bezug auf die Temperatur viel freier. So habe ich im Jahre 1887 eine zweizeilige Gerste geerntet, welche für die Butylgährung so geeignet war, dass ich nur das Mehl davon mit Wasser von 60° C. zu mischen hatte um eine tadellose Reingährung zu erhalten [1]). Mit allen anderen Mustern späterer Jahre erhielt ich bei 60° C. nur Säurebildung, welche für die Butylgährung verderblich ist und sehr bald das Wachsthum der Butylbacterien hemmte. In den gewöhnlichen Fällen muss man darum beim Siedepunkt arbeiten, welches, wenigstens für die Milchsäurefermente tödlich ist.

Ich habe mich das eigenthümliche Verhalten jener seltenen Getreidemuster, wobei das Kochen des Ansatzes überflüssig war, nicht anders als dadurch erklären können, dass ich annehme, es fände sich darauf eine besonders kräftige Varietät der Butylbacterie. [2]) Dazu

---

[1]) Die Butylbacterien können Spuren Sauerstoff verzehren; bei dem beschriebenen Versuche werden sie dabei aber geholfen durch die anfangs sich entwickelenden bald, verschwindenden Heubacterien.

[2]) Anzunehmen Säurefermente sollen auf dem Muster zufälligeweise gefehlt haben wäre unstatthaft, sowohl wegen der inneren Unwahrscheinlichkeit, wie angesichts der gleichfolgend beschriebenen Erfahrung.

Digitized by Google

faud ich auch Veranlassung in den folgenden Umständen. Wie wir sehen werden habe ich ein Verfahren um die Butylbacterien gesondert zu gewinnen; sie werden dann getrocknet und die Stücke entweder als solche aufbewahrt oder zuvor im Mörser pulverisirt. Ich habe dieses vielfach gethan und mich durchaus keine Mühe gegeben dabei die Verbreitung des Bacterienstaubes in die Laboratoriumluft vorzubeugen. Nun hat sich ergeben, dass dieser, in der Luft schwebende Staub, im Jahre 1887 im Stande gewesen ist gewöhnliche, mit PASTEUR's Glasverschluss geschlossene Kölbchen mit Malzwürze, welche mit anderen Bacterienarten beschickt und dadurch luftfrei geworden waren, beim Oeffnen spontan zu infiziren, und in unvollkommene Butylgährung zu versetzen. Auch bei Laevulose-Stärke-Gelatine, welche ich damals für Versuche über Sauerstoffbildung durch Chlorellen verwendete, wofür ich die mit *Chlorella* und *Mycoderma* infizirte Gelatine zwischen zwei parallelen Fensterglasscheiben eingeschlossen hatte, welche eine Glaskammer bildeten, die für Luftabschluss allseitig paraffinirt war, auch in dieser Masse habe ich dann höchst merkwürdige spontane Butylinfection beobachtet, welche ich in späteren Jahren, selbst bei absichtlichen Versuchen, nicht herstellen konnte. Ich habe noch stets trockne Butylbacterien von jenem Jahrgange in Vorrath (vergl. § 8) und ich kann dieselben auch wieder beleben und für neue Gährungen verwenden, doch ist ihre ausserordentliche Vegetationskraft, oder, wenn ich so sagen darf ihre Virulenz, verschwunden, und dieselben verhalten sich nur, wie das gewöhnliche spontane Material [1]). Solche besonders vegetationskräftige Bacterien scheinen zu den seltensten Ausnahmen zu gehören, und ich wiederhole meine fruhere Bemerkung, dass, wenn diese nicht vorliegen, der Butylansatz eine sehr genaue Ueberwachtung der Temperatur erfordert um nicht in Buttersäurebildung zu gerathen. Nur dann, wenn das Butylferment nur mit *Granulobacter Polymyxa* und *Bacillus subtilis* auf dem Getreide vorkommt, ist, bei der Herstellung des Ansatzes, jede Temperatur oberhalb 60° C. zureichend um das Butylferment in Reincultur zu erhalten. Ob ein gegebener Ansatz sich für weitere Gährungsversuche eignen wird, beurtheile ich an die Quantität der flüchtigen Säure, welche sich während des Versuches im Condensationswasser, das sich auf der Deckplatte des Becherglases absetzt, vorfindet. Je weniger sauer dieses Wasser reagirt, desto sicherer ist man wenig Buttersäureferment oder eine kräftige

[1]) Ich bewahre die Butylbacterien in kleinen Stöpselfläschen mit Glasstöpsel. Es ergibt sich, dass grosse trockene Stücke der Bacterienmasse länger lebend bleiben als fein pulverisirtes Material.

Varietät der Butylbacterie vor sich zu haben. Bemerkt man, dass in einem Butylansatze, welcher durch Säurebildung geschädigt ist mikroskopisch Butylclostridien mit Sporen nachweisbar sind, so kann man, wenn nicht zu gleicher Zeit zu viel Sporen des *Gr. saccharobutyricum* vorhanden sind, durch erneutes Aufkochen des Ansatzes *während einiger Secunden*, die Säure bildenden Bacterien tödten und das Butylferment und damit die normale Butylgährung regeneriren.

Das mikroskopische Bild der Butylansätze is verschieden je nach den darin vorkommenden Varietäten des Butylfermentes. In Fig. 5 sieht man deu Zustand einer guten Gährung in Mehl von nackter Gerste, wobei, um das Bild nicht zu trüben, nur die Bacterien und nicht die Trebertheilchen gezeichnet sind. Das Präparat, welches diesem Bilde zu Grunde lag, war demjenigen Stadium entnommen, wo der Sauerstoff vollständig verzehrt war; Clostridien führen darin die Hauptrolle.

Anders jedoch beim ersten Beginn des Wachtsthums, so lange noch Spuren von Sauerstoff da sind. In diesem Anfangsstadium findet man nur die Sauerstoffform des Butylfermentes, welches Stäbchenform besitzt (Fig. 4), und Uebung erfordert um von anderen besonders von den Buttersäurebacterien unterschieden zu werden. Doch besitzt das Ferment auch dann schon etwas Characteristisches, die Stäbchen sind nämlich kürzer uud viel deutlicher an den Enden abgerundet wie bei *G. saccharobutyricum*.

Bei richtiger Butylgährung werden die Stäbchen des Anfangsstadiums sehr bald durch Clostridien mit Sporen ersetzt, während das, durch die Letzteren characterisirte Höhenstadium bei der Buttersäuregährung viel länger ausbleibt. Je kürzer und dicker die Clostridien und je grösser und länger die Sporen, desto kräftiger ist die Butylalkoholerzeugung; sind die Sporen gänzlich rund so hat man eine geschwächte Form des Butylfermentes vor sich.

§ 3. Die Gährungsflüssigkeit.

Der in Butylgährung stehende Ansatz ist viel zu sehr verunreinigt mit Trebern um für eine weitere chemische Erforschung des Vorganges dienen zu können. Wenn man aber weiss, dass die Ernährungsbedingungen der Butylbacterie nahe übereinstimmen mit denjenigeu der Alkoholhefe, so kann es nicht wundernehmen, dass in der Würze der Malz-Roggen-Maische der Presshefefabriken [1]) eine

[1]) Diese Würze ist nahezu neutral und kann 20 Saccharometergrade anweisen. Sie wird nicht als solche für die Hefeindustrie verwendet, sondern gemeinschaftlich mit den Trebern und nach Vermischung und Verdunnung mit Schlempe bis s° 10.

ausgezeichnete Butylgährungsflüssigkeit vorliegt. Diese muss aber durch verdünnen auf ca. 10 Saccharometergrade gebracht werden, denn schon bei s^0 12 wird die Gährung sehr wesentlich gehemmt. Wenn wir hier die Butyl- mit der Alkoholgährung vergleichen, so muss nicht vergessen werden, dass dieser Vergleich nur für die chemischen Ernährungsbedingungen der dabei thätigen Fermente zutrift, und, dass in anderen sehr wichtigen Beziehungen durchgreifende Gegensätze zwischen denselben bestehen. Besonders will ich hier betonen, dass die Alkoholhefe nur während sehr kurzer Zeit ohne Luft gähren kann, weil die, in den Zellen gebunden vorkommende Sauerstoffreserve nur für die Erzeugung dreier Zellgenerationen ausreicht, und dann von aussen erneuert werden muss, während die Butylbacterie vollständig anaërobie ist und eben durch Sauerstoffzutritt aufhört zu wachsen und zu gähren.

Es sei ferner hervorgehoben, dass das Temperaturoptimum für die Alkoholgährung (der Brennereien und Hefefabriken) ungefähr bei 30° C., für die Butylgährung bei ca. 37° C. liegt, und, schliesslich, dass die Butylbacterien sehr empfindlich für Säure sind, sodass 2 bis 3 cM^3 Normalsäure pro 100 cM^3 Gährflüssigkeit, die Butylgährung schon aufhebt, während die nämliche Flüssigkeit selbst mit 6 bis 10 cM^3 Normalmilchsäure, oder Normalweinsäure, noch gut alkoholisch vergähren und viel Hefe produziren kann[1]). Höchstens 1 bis 2 cM^3 Normalsäure pro 100 cM^3, kann also bei übrigens guten Bedingungen noch eben durch das Butylferment ertragen werden. Für die Butylgährung ist es desshalb wichtig die Würze zu neutralisiren, wenn schon eine schwache Milchsäuregährung bei deren Herstellung eingetreten war, was besonders bei Versuchen im Grossen leicht geschieht, da die ungehopfte Würze ausserordentlich leicht säuert. Ich habe das Neutralisieren früher mit Kreide in Uebermaass vorgenommen, welche schon bei dem Kochen hinzugefügt wurde. Seitdem ich aber weiss dass *Granulobacter butylicum* aus Maltose überhaupt keine Buttersäure erzeugt, und nur sehr geringe Spuren anderer Säuren, welche die Gährung nicht beeinträchtigen, neutralisire ich anfangs nur mit ein wenig Natriumcarbonat oder überhaupt nicht. Während *Granulobacter butylicum* aus Maltose, wie gesagt, keine Säure erzeugt,

---

[1]) Unter sehr günstigen Ernährungsbedingungen, in dicken Malzmaischen, habe ich bei der Alkoholgährung mit Presshefe einen normalen Verlauf beobachtet bei nicht weniger als 25 cM^3 Normalmilchsäure pro 100 cM^3 Maische! Es hatten dabei zwei bis drei Zelltheilungen stattgefunden, die erzeugte Gährungswärme war normal und das Alkoholrendement ebenfalls normal. Sobald die Maischen aber wenig Treber enthalten wirkt 12 cM^3 Normalmilchsäure schon beeintrachtigend auf das Wachsthum.

dürfte dieses unter Umständen aus Glukose in verschiedenen Intensitätsgraden stattfinden, und zwar derweise, dass die kräftigeren Butylbacterienvarietäten aus Glukose nur Butylalkohol und keine Säure, die minder kräftigen dagegen neben Alkohol auch etwas Buttersäure erzeugen. Die Letzteren bilden dadurch den Uebergang zu *Gr. saccharobutyricum*, wovon sie auch in anderen Hinsichten nicht immer sicher zu unterscheiden sind. Unter solchen Umständen ist das Neutralisiren mit viel Kreide vorzuziehen.

Was nun *Granulobacter saccharobutyricum* für sich anbelangt, diese Bacterie produzirt aus Glukose neben wenig Butylalkohol sehr viel Buttersäure, und zwar nicht allein aus Glukose sondern auch aus Maltose. Die Säure beeinträchtigt die Zoögloeabildung, während die Gasproduction sehr intensiv verbleibt. Befindet sich in der Gährungflüssigkeit viel Glukose so wird, wie sich aus den genannten Umständen erwarten liess, der normale Verlauf der Gährung, wenn viel *Gr. saccharobutyricum* neben *Gr. butylicum* gegenwärtig ist, vollständig abgeändert, was noch einmal betont sei. Ich wünsche desshalb besonder zu erwähnen, dass hier nur von den Glukose armen Gährflüssigkeiten gehandelt werden wird, wie sie beim industriellen Maischverfahren angefertigt werden, und dass ich als Infectionsmaterial nur *Gr. butylicum* entweder rein oder nur unbedeutend verunreinigt durch Buttersäureferment, voraussetze.

§ 4. Reincultur des Butylfermentes in Nährgelatine. Methodisches.

Für die Reincultur des Butylfermentes in geeigneter Nährgelatine ist es nöthig bei vollständigem Luftabschluss zu experimentiren. Selbst die „Sauerstoffform" des Fermentes, die wir später noch näher werden kennen lernen, entwickelt sich bei Sauerstoffspannungen, welche so gering sind, dass die chemischen Sauerstoffbestimmungsmethoden im Stiche lassen [1]). Nur mit Hülfe des Lichtbacterienverfahrens konnte ich, in die hier zu berücksichtigenden Flüssig-

[1]) Für den Sauerstoffnachweis, bei Gegenwart von viel organischem Stoff, wie in Würze, giebt es besonders zwei Verfahren, welche auch, wenn es sich um die quantiattive Bestimmung handelt, zum Zwecke führen können, nämlich Schützenberger's Hydrosulfitverfahren mit Indigschwefelsaures-Natrinm als Indicator (Schützenberger, Les Fermentations, 4me Ed. pag. 92, 1884), nnd das Lichtbacterienverfahren. Handelt es sich nm den quantitativen Sauerstofnachweis im Trinkwasser oder, im Allgemeinen, in Flüssigkeiten, welche arm sind an organischen Körpern, so sind die jodometrische Methode von Winkler (Berichte d. D. chem. Gesellschaft, Jahrg. 21, pag. 2843, 1888) und die von A. Lévy abgeanderte Permangnnatmethode (Annuaire de l'Observatoire municipal de Montsouris 1892—93 pag. 233), wegen ihrer Einfachkeit vorzuziehen.

Google

keiten noch die Gegenwart von Sauerstoffspuren anzeigen, sodass der physiologische Versuch hier, wie in so manchen anderen Fällen, den chemischen an Genauigkeit, und gewissermaassen auch an Einfachkeit übertrifft [1]).

Da eine mässig concentrirte Malzwürze das beste Nährmittel für das Butylferment ist, kommt es für unseren gegenwärtigen Zweck, darauf an eine vollständig sauerstofffreie Würzegelatine darzustellen, und die darin gebrachte Aussaat für Luftzutritt zu schützen. Von den verschiedenen, für anaërobe Reincultur empfohlenen Methoden [2]), habe ich die meisten für Isolirung des Butylfermentes nachgeprüft, und auch habe ich selber einige besondere Einrichtungen zu diesem Zwecke ausgedacht. Die Zeit, welche die Einrichtung der Versuche fordert, ist bei den verschiedenen Methoden nicht sehr verschieden. Wohl dagegen die Leichtigkeit womit die Kolonien bei den verschiedenen Versuchseinrichtungen für mikroskopische und anderweitige Untersuchung erreichbar sind. Ich habe es als wichtig betrachtet die Butylkolonien auf Gelatinplatten zu cultiviren, welche ebenso leicht, wie bei dem gewöhnlichen Plattenverfähren untersucht werden können, und also erlauben eine und dieselbe Kolonie Tage lang während des Wachsthums zu verfolgen, und derselben Untersuchungsmaterial zu entlehnen. Diesen Zweck habe ich am Besten wie folgt erreicht.

Wenn der Versuch anfängt wird in einem Kölbchen ca. 25 cM³ Würze-gelatine, durch Kochen vollständig sauerstofffrei gemacht. Durch den Watteverschluss passirt ein Glasröhrchen, wodurch es möglich ist während der Abkühlung der Gelatine, vor der Infizirung, Kohlensäure in das Kölbchen hinein zu leiten. Hat man, wie gewöhnlich, sporenhaltiges Infectionsmaterial, wie z. B. einen guten Butylansatz, oder eine reife Gährung, so kann die Infizirung bei 60° C. bis 90° C. stattfinden, wobei etwaige Milchsäurefermente und die gewöhnlichen Gährungsbacterien [3]) absterben. Nach der Infizirung wird dann bis zur Erstarrungstemperatur, im Kohlensäurestrome weiter abgekühlt und dann schnell in eine gewöhnliche Glasdose oder Glasschale übergegossen, worin das Erstarren unter einem kräftigen Kohlen-

[1]) Eine gute Leuchtflüssigkeit, durch Quecksilber von der Luft abgeschlossen, reagirt mit einer bemerkenswerthen Empfindlichkeit auf Sauerstoffspuren, wenn das Auge, durch längeres Verweilen im Dunkelen, nur genügend empfindlich ist.

[2]) In den letzten Jahren sind deren nicht wenige empfohlen. Merkwürdigerweise beschreiben mehrere Autoren zwar das Verfahren, jedoch nicht die Bacterien, welche damit isolirt oder cultivirt worden sind.

[3]) Das heisst die reichhaltige, bisweilen in erstaunlicher Individuenmenge auf Getreiden vorkommende Formengruppe aus dem Verwandtschaftskreise des *Bacillus lactis aërogenes*, ESCHERICH.

säurestrome stattfinden muss, was einfach durch Einleiten diesesGases unter den etwas gelüfteten Deckel geschieht. Natürlich muss die Glasdose vordem durch Erhitzen auf 125° C. vollständig sterilisirt sein.

Sobald die Schicht fest ist, wird die Dose umgekehrt, und mit der Oeffnung auf eine freien Quecksilberspiegel gebracht. Der innere Raum, welcher nun ganz abgeschlossen ist, wird sofort vermittelst eines hakenförmig umgebogenen Glasröhrchens mit Wasserstoff angefüllt. Um die grosse freie Quecksilberoberfläche zu verkleineren wird darauf vorher eine runde Glasplatte gelegt, welche gut in der Dose passt und darin, mit dem Quecksilberspiegel auf- und abgehen kann.

In letzterer Glasplatte ist irgend am Rande ein kleiner Ausschnitt angebracht um das Röhrchen für die Wasserstoffüllung leichten Durchtritt zu verschaffen. Die Schale welche das Quecksilber fasst ist von Ebonit angefertigt, und ist am Aussenrande mit einem nach innen gewendeten Kragen versehen, welcher die Glasdose nahe und mit Reibung umfasst, ohne die Beweglichkeit davon gänzlich aufzuheben. Auch in diesem Kragen ist ein Ausschnitt um das Wasserstoffröhrchen hinein- und hinausführen zu können. Durch den Kragen ist das Quecksilber allseitig eingeschlossen und der ganze Apparat leicht zu handhaben, ohne fürchten zu müssen Quecksilber hinauszuwerfen bei der Bewegung.

Die fertige Vorrichtung stellt einen vollständig abgeschlossenen, wasserstoffhaltigen Raum dar. Allein der Sauerstoff ist daraus doch nicht so vollkommen entfernt, dass das Wachsthum des Butylfermentes in diesem Raume möglich wäre. Die vollständige Entfernung davon erheischt noch ein stark sauerstoffabsorbirendes Medium. Als solches verwende ich entweder eine concentrirte Lösung von SCHÜTZENBERGER's Hydrosulfit ($SO^2 Na^2$) [1]), oder irgend ein anderer reducirender Stoff, wie alkalisches Pyrogallol, Ferro- oder Manganosulfat präcipitirt mit Natronlauge, oder Ferrosulfat präcipitirt mit Ferrocyankalium [2]). Diese Körper werden als Lösung oder als dicker Brei in ein Glasschälchen gefüllt, und dieses auf der Glasplatte gesetzt, welche auf dem Quecksilber treibt, und über welche die Glasdose mit nach obengekehrter Gelatinschicht gestülpt ist.

Besser aber als diese chemischen Sauerstoffabsorptionsmittel hat sich die Sauerstoffathmung gewisser Mikroben für meinem Zweck bewährt. Dabei verfahre ich wie folgt.

---

[1]) Das Salz ist käuflich von SCHUCHARDT in Görlitz zu beziehen.

[2]) Ich habe auch mit gutem Erfolge Stangenphosphor verwendet, doch wurde das Wachsthum des Butylfermentes durch die Dämpfe der phosphorigen Säure beeinträchtigt.

J 2

Digitized by Google

Anstatt das auf der treibenden Glasplatte stehende Schälchen mit einem der genannten Körper anzufüllen bringe ich darin mit Glukose versetzte Malzwürzegelatine, welche mit einer Reincultur von Kahmpilz *(Saccharomyces Mycoderma)* in reichem Maasse untermischt ist. [1]) Der Kahmpilz äbsorbirt die letzten Sauerstoffspuren begierig, und wächst auch schwach anaërobie auf Kosten der Glukose, wobei Kohlensäure und Alkohol entstehen, sodass etwas Gas aus der Dose zu entweichen sucht und ein vollständig sauerstofffreier Innenraum unterhalb der Gelatinschicht entsteht, und fortdauernd erhalten bleibt [2]).

Schimmel und andere aërobe Infectionen braucht man bei diesem Versuche nicht sehr zu fürchten, denn dieselben wachsen bei guter Ausführung überhaupt nicht. Immerhin ist es empfehlenswerth dieselben doch fern zu halten um später, wenn die Kolonien entwickelt sind, die Dosen mit ihrem gewöhnlichen Glasdeckel verschlossen, ohne Furcht fur Verderbniss, also bei Luftzutritt, bewahren zu können.

Wenn nun der fertige Apparat in einen Brutraum bei 20° C. gestellt wird, so sieht man nach fünf oder sechs Tagen (früher oder später je nachdem das Entfernen des Sauerstoffs aus der Gelatine beim Kochen besser oder weniger gut gelungen ist) die Kolonien als nicht verflüssigende weisse Schleimkügelchen entstehen.

Die Gährungenskohlensäure und der Gährungswasserstof, welche dabei gleichzeitig erzeugt werden, häufen sich bis zur Sättigung in der Gelatinschicht an und erzeugen darin, bei ihrem frei werden, nahe bei den Kolonien, die bekannten linsenförmigen Gasblasen.

Die Kolonien sind von zweierlei Natur. Sie bestehen nämlich aus Stäbchen oder Fäden ohne Sporen (Fig. 4), und aus Clostridien und Stäbchen mit Granulose und mit Sporen (Fig. 5, 6).

Die Verschiedenheit ist sehr gross doch findet man alle möglichen Uebergänge, und ein genaueres Eingehen auf die Entstehungsbedingungen lehrt, dass die Clostridiumform bei völlstandigem, die Stäbchenform bei nicht absolutem Sauerstoffabschluss entsteht.

In geeigneter Würzegelatine und bei vollständigem Sauerstoffabschluss werden die Kolonien sehr gross, sie können leicht Kugeln von fünf mM. Mittellinie bilden. Sie lassen sich mit dem Platinfaden in einem Stücke aus der Gelatine heben und ergeben sich dabei als schleimige Zoogloeen, welche aus beweglichen oder ruhenden sporenführenden oder sporenfreien Clostridien und Stäbchen bestehen, welche

---

[1]) Alkoholhefe und mehrere Bacterienarten kamen ebenfalls mit Erfolg in Verwendung.

[2]) Der kleine Apparat wird, nach meiner Anweisung, hergestellt von Herrn Mechaniker Giltay, zu Delft, Holland.

Letztere, unter sich, auch wieder bedeutend verschieden sein können. Die nur aus Stäbchen bestehenden Kolonien färben sich mit Jodlösung gelb, die aus Clostridien zusammengesetzten dagegen violet-blau bis schwarz. Soll die Reaction recht deutlich beobachtet werden so ist es geignet die Kolonie in ein Porzellanschälchen einige Zeit in der Jodlösung verweilen zu lassen, weil das Jod in die Zoogloeen nur langsam hineindringt, und dann dieselben auf weissen Untergrund zu besichtigen.

Ist die Beseitigung des Sauerstoffs nicht vollständig erreicht, jedoch genügend um Wachsthum zu ermöglichen, so entstehen, wie gesagt, Kolonien welche nur aus Stäbchen oder Fäden zusammengesetzt sind, die also als die „Sauerstoffform" des Butylfermentes bezeichnet werden müssen. Dieselben färben sich mit Jodlösung gelb und machen durchaus den Eindruck einer anderen Bacterienart. Da wir unten, bei der Hauptgährung dieser Form aufs Neue begegnen werden, können wir dieselbe einstweilen verlassen.

Dagegen will ich hier noch darauf hinweisen, dass es durch Hinzufügung von ein wenig Stärkekleister oder von löslicher Stärke an die Würzegelatine gelingt, bei meinem Versuchsverfahren die Bildung der Butyldiastase direct und höchst charakteristisch sichtbar zu machen, weil ringsum jede Kolonie ein Diastasediffusionsfeld [1]) entsteht, worin die Stärke verschwunden ist, sodass Jod dasselbe nicht färben kann. Wenn nun eine solche stärkeführende Würzegelatinplatte, worin Butylfermentkolonien entwickelt sind, mit Jodlösung übergossen wird, so färben sich die Diastasediffusionsfelder der Butylkolonien nicht, während die Stärkegelatine an sich durch das Jod blauschwarz wird. Mit Ausnahme der Gramineenkeime, welche in Bezug auf Diastaseproduction das Höchste leisten, sind mir bisher keine Organismen bekannt geworden, welche solche ausgedehnte Amylasediffusionsfelder erzeugen, wie die Kolonien des Butylfermentes. Zwischen Sauerstoffform und Clostridiumform konnte ich, in Bezug auf die Intensität der Diastasebildung, keinen deutlichen Unterschied beobachten.

Natürlich kann eine anaërobe Cultur des Fermentes auch auf viele andere Weisen hergestellt werden. Ziemlich einfach und zweckentsprechend sind z.B. Glaskammern, welche durch einen Glasring, worauf beiderseits eine geschliffene Glasscheibe liegt, gebildet werden. Hierbei muss man jedoch Rechnung halten mit der Luftschicht, welche

[1]) Man findet oft angegeben, dass „Diastase" nicht diffusionsfähig sei. Das ist ein Irrthum, die verschiedenen Amylasearten diffundiren mit ungefähr derselben Schnelligkeit wie die Peptone, und passiren organische Häute mit Leichtigkeit.

Digitized by Google

den Glasplatten anhaftet und darum einen dicken Glasring verwenden, das heisst mit einer grossen und dicken Gelatinplatte, welche z. B. 50 cM³. in 3 mM. dicker Lage misst, arbeiten. Auch müssen die Glasplatten vermittelst Schrauben auf den Ring gepresst werden da anders die Luft doch noch zutritt. Das Unvollkommene dieser Versuchsanstellung besteht darin, dass beim Oeffnen der Kammer, sobald die Kolonien untersucht werden sollen, die Gelatine zerrissen und zerrieben wird, und, wenn dann die Glasplatte wieder angepresst wird, Luftblasen und meistens auch Schimmelsporen hinzu getreten sind, so dass nach einmaliger Oeffnung der Versuch als beendet betrachtet werden muss.

Diese Uebelstände gelten ebenfalls für das allbekannte und übrigens ausgezeichnete Verfahren von LIBORIUS [1]), welcher in Nährgelatine cultivirt, die ganz einfach in Reagentienröhrchen sterilisirt, durch Kochen sauerstofffrei gemacht [2]), infizirt und erstarrt wird. In der Tiefe des Röhrchens, wo der Sauerstoff nicht hinzutreten kann, entstehen die Kolonien, welche dann durch einen Feilstrich in der Glasröhrenwand erreichbar gemacht werden. In Butylaussaaten in Würzegelatine, welche nach diesem Verfahren angefertigt sind entsteht eine Oberflächenschicht von zwei bis drei Centimeter Dicke worin, wegen Sauerstoffzutritt, keine Kolonien entstehen. Darunter in der Tiefe ist die Entwickelung jedoch gleichmässig. Die obersten Kolonien, welche jedenfalls nach ein paar Tagen Sauerstoff erhalten, welche von obenher in die Gelatine hineindiffundirt, fahren trotzdem fort zu wachsen, sodass, selbst nach Wochen, kein Grössenunterschied zwischen den Kolonien bei der Oberfläche und jenen in der Tiefe der Röhre sichtbar ist. Die Peripherie solcher Kolonien besteht aber aus der Sauerstoffform (Fig. 4), im Inneren derselben findet man dagegen die Clostridiumform (Fig. 6) des Fermentes.

Wenn ich die Methode von LIBORIUS für die Reincultur nicht in erster Linie empfehlen kann, so möchte ich hier doch nicht die Gelegenheit vorübergehen lassen um auf die Wichtigkeit dieses Verfahrens in anderer Beziehung hinzuweisen. Darüber Folgendes.

Bei guter Versuchsausführung hat man, wenn das Röhrchen, nach dem Erstarren, mit Baumwolle abgeschlossen wird, von oben nach unten in der hohen Gelatinsäule alle möglichen Sättigungsgrade der Culturgelatine mit Sauerstoff, sodass von irgend einer gegebenen Mikrobienaussaat, wenn diese nur dicht genug in der Gelatine ver-

---

[1]) Zeitschr. f. Hygiene, Bd. I, pag. 161, 1886.

[2]) Durchleiten von Wasserstoff durch die Gelatine ist nicht nothwendig, und wegen der Schaumbildung selbst zu entrathen.

Digitized by Google

theilt ist, mit einem Blicke erkannt werden kann ob facultative oder obligate Anaërobiose vorliegt, ja, unter geeigneten Ernährungsbedingungen ist selbst die tiefer verborgene temporäre Anaërobiose (wie z. B. bei der Alkoholhefe) als solche erkennbar und von der facultativen deutlich zu unterscheiden.

Hat man der Nährgelatine etwas Natriumhydrosulfit und Indigschwefelsauresnatrium zugesetzt, wodurch Indigweiss entsteht, so wird man an der Entstehung von Indigblau von oben nach unten, genau beurtheilen können bis wohin der hineindiffundirende Sauerstoff angelangt ist. Bei der Cultur des Butylfermentes wird man bemerken, das die erste Entstehung der Kolonien nur in derjenigen Region stattfindet, wo Indigweiss vorkommt. Bei diesem Versuche muss das Röhrchen im Dunkelen aufbewahrt werden, weil Indigblau durch Sauerstoff bei Lichtzutritt oxydirt und entfärbt wird, im Dunkelen dagegen durch den Sauerstoff nicht verändert.

Eine zweite bemerkenswerthe allgemeine Anwendung findet die Methode, — jedoch ebenfalls nur bei genügend dichter Aussaat, — bei der Erkennung und Feststellung der Gährfunction. Da Gährung immer von Gasbildung begleitet ist, und da die Nährgelatine das erzeugte Gas nicht entweichen lässt, zeigt die Gegenwart von Gasblasen in der Gelatine, dass Gährfunction vorliegt. Besonders das Butylferment zeigt auf diese Weise, wie gewaltig die dadurch in Würze verursachte Gasbildung ist.

Noch in einer dritten Beziehung kann das Verfahren werthvoll werden, nämlich zur Erkennung der Reductionsfunction. Man fügt der Gelatine zu diesem Zwecke einen Farbstoff zu, welcher durch Reduction ein farbloses Chromogen erzeugt. Dazu lassen sich z. B. Lakmus oder Bleu Coupier, weitaus am Besten aber Indigschwefelsauresnatrium verwenden. Das Butylferment zeigt bei diesem Versuche, dass es mit einer ganz besonders ausgeprägten Intensität reduzirt.

Wie man sieht ist das Verfahren von Liborius, wenn nicht gerade für Reincultur, doch in manchen anderen Beziehungen sehr werthvoll.

Kehren wir aber zu den durch Reincultur erhaltenen Kolonien des Butylfermentes zurück.

Ich habe mit denselben eine Reihe meiner Gährungskolben infizirt und dadurch die schönsten und productivsten Butylgährungen, ohne eine Spur von Buttersäure erhalten. Die Erscheinungen, welche dabei zu Vorschein kamen lehrten, dass der „Zustand" der Kolonien unzweifelhaft auf den Verlauf der Formenwandelungen der Butylbacterien während der Gährung, sowie auch auf die Natur der Gähr-

Digitized by Google

producte von Einfluss ist. Unter „Zustand" verstehe ich hier die mehr oder wenige vollständige Annährung der Kolonien an die „Sauerstoff"- oder an die „Clostridiumform". Wird Erstere als Aussaatsmaterial verwendet, so bleibt auch während der Hauptgährung diese Form ausserordentlich lange bemerkbar, und damit verkleinert sich das Rendement an Butylalkohol. Genau das Umgekehrte gilt in Bezug auf die Clostridiumform. Hier hat man also ein, durch einen äusseren Umstand hervorgerufenes, nur auf die Anhäufung einer Sauerstoffreserve beruhendes, morphologisches und physiologisches Merkmal, welches ein gewisses Maass von Erblichkeit besitzt.

Uebrigens ist das Hauptresultat des Studiums der Reinculturen für mich gewesen, dass ich die volle Ueberzeugung erlangt habe, mit meinen, aus nackter Gerste angefertigten Butylansätzen, genau dasselbe erreichen zu können, wie mit der Aussaat der Bntylkolonien. Zu gleicher Zeit habe ich aber eine Reihe merkwürdige Bacterien isolirt, welche in den Butylgährungen leben können und dafür gleichgültig oder schädlich sind. Mit Ausnahme des Buttersäurefermentes können dieselben alle durch Wärme von dem Butylfermente getrennt werden, weil sie entweder überhaupt keine, oder schon bei 90° C. à 95° C. absterbende Sporen erzeugen.

Auch will ich hervorheben, dass, wenn ich durch die Reinculturen und deren Verwendung für die Gährung auch Nichts eigentlich Neues gelernt habe, erst dadurch jenes Gefühl wissenschaftlicher Befriedigung in mir gereift ist, welches nothwendig ist um eine Arbeit als vollendet betrachten zu können. Eines, glaube ich, musste aber ohne die Reinculturen für meine Leser zweifelhaft geblieben sein, nämlich die Zugehörigkeit der Sauerstoffform zu dem Butylfermente. Eine einzelne gelungene Gelatincultur lehrt die Beziehungen zwischen Clostridien und Stäbchen oder Fädenkolonien, durch die einfachste mikroskopische Untersuchung in allseitiger Vollendnng. Hätte ich die Reinculturen nicht gründlich untersucht und vielfach verwendet, so wäre ich selbst allerdings von jener Zusammengehörigkeit nicht weniger überzeugt gewesen wie nun, doch würde ich dann vielleicht auf Widerspruch stossen, welcher nun mehr keinen Raum finden kann.

§ 5. Der Butylgährungskolben und die Hauptgährung.

Der Kolben muss in erster Linie so eingerichtet sein, dass die Luft daraus vollständig entfernt werden und die Infection ohne Luftzutritt geschehen kann. Ferner muss die Einrichtung eine derartige sein, dass das sich entwickelende Gas leicht gesammelt, und der

Digitized by Google

Inhalt fortwährend mikroskopisch untersucht werden kann, ebenfalls ohne Luft zutreten zu lassen.

Ich habe zur Erreichung dieses ziemlich complizirten Zweckes mehrere Kolbenformen blasen lassen, bin aber schliesslich bei einer sehr einfachen Einrichtung stehen geblieben, welche ich Chemikern und Physiologen, die meine Versuche wiederholen wollen, sehr besonders empfehlen kann.

Wenn es sich, wie im vorliegenden Falle, um vollständige Anaërobiose handelt, so ist es erwünscht mit nicht zu geringen Quantitäten der gährenden Flüssigkeit zu arbeiten. Zwar haben alle mir bisher bekannt gewordene Anaëroben das Vermögen die letzten Spuren Sauerstoff durch ihre eigene Lebensfunctionen zu entfernen, doch sind die Versuche am Sichersten, wenn man dieses unvermeidliche Minimum doch noch so viel möglich einschränkt. Ich arbeite desshalb mit Literkolben, welche einen sehr engen und langen Hals haben. Da meine Butylgährung gänzlich unabhängig von der Gelatinemethode ausgeführt werden kann, und desshalb voraussichtlich auch von Chemikern wiederholt werden wird, habe ich geglaubt, dass es erwünscht wäre nicht nur den Gährungskolben allein, sondern die ganze Einrichtung der Butylhauptgährung abzubilden. Dieses ist in Fig. 1 geschehen.

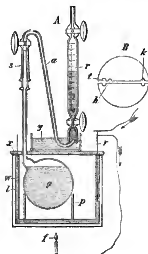


Fig. 1. *Einrichtung der Hauptgährung.*

A. Gährungskolben im Thermostaten.
- *g.* Gährungsraum.
- *p.* Pappenring.
- *h.* Hals des Gährungskolbens.
- *a.* Gasableitungsrohr.
- *y.* Wassertrog.
- *r.* Gasrecipient.
- *s.* Schliff.
- *t.* Thermometer.
- *f.* Flamme.
- *w.* Wassermantel des Thermostaten.
- *e.* Luftmantel.
- *x.* Holzdeckel.
- *r'.* Thermoregulator.

B. Der aus zwei Hälften bestehende Holzdeckel.
- *k.* Oeffnung für den Thermoregulator.
- *t.* „ „ das Thermometer.
- *h.* „ „ den Hals des Kolbens.

In dieser Figur sieht man den Kolben (*g*) in einem einfachen Thermostaten, welcher aus einem aus Rothkupfer gearbeiteten Wassermantel (*n*) besteht der durch den blecheisernen Luftmantel (*l*) ein-

geschlossen ist. Ausserdem findet sich noch ein zweiter, looser, in der Figur nicht mit aufgenommener Luftmantel um das Ganze. Als Deckel verwende ich eine aus zwei gleichen Hälften bestehende Holzplatte (*x*), welche derweise gearbeitet ist (Fig. 1 B) dass die Korken, womit der Thermoregulator (r^1) und das Thermometer (*t*) im Thermostaten gefestigt sind, sowie der Hals (*h*) des Gährungskolbens Raum finden in halbzirkelrunden Einschnitten [1]).

Der Gährungskolben (*g*) steht unten im Thermostaten auf einem Papperinge (*p*). Der Hals (*h*) findet sich seitlich am Kolben, oder, besser gesagt, besitzt eine eigenthümliche Biegung, damit derselbe an der Peripherie des Thermostaten nach aussen kommt. Der ganze Holzdeckel bleibt dadurch frei und kann zur Aufnahme der Wasserwanne (*y*) und des Stativ's, welches den Gasrecipienten (*r*) trägt, dienen.

Das Gasableitungsrohr (*a*) ist vermittelst eines Schliffes auf den Hals des Kolbens angebracht und kann durch einen Glashahn geschlossen werden [2]). Bei der Butylgährung geht infolge der Zoogloeabildung ein Bacterienschleim fortwährend mit dem Gase in die Wasserwanne (*y*) über, sodass man, durch das Abheben des Gasableitungsrohres von dem Schliffe am Halse des Gährungskolbens, immerfort mit dem Objectträger Material für Mikroskopie aufnehmen kann. Doch bleibt es oft erwünscht auch die Flüssigkeit dann und wann zu untersuchen, sei es chemisch oder mikroskopisch. Wie man sieht gestattet die Einrichtung eine solche Probenahme sehr leicht. Dazu ist es nur nothwendig den Kolben etwas schief zu stellen, wodurch die Flüssigkeit den Hals abschliesst und das Gas sich im Raume oberhalb der Gährflüssigkeit ansammeln muss. Anstatt Bacterienzoogloea und Gas, wird dann die Gährflussigkeit selbst übergedrückt, und kann entweder an der Schliffstelle zur Befeuchtung eines Objectträgers gebraucht, oder durch das Ableitungsrohr gefördert und in jeder beliebigen Quantität gesammelt werden. Wünscht man dann wieder die Gährungsgase abzuleiten, so hat man nur den Kolben in den Anfangstand zurück zu drehen. Es ist nicht überflüssig zu bemerken, dass man bei der gewählten Form

---

[1]) Der hier abgebildete Thermostat rührt aus dem Nachlasse von weiland A. FITZ her. Bei seinem Tode, im Jahre 1885, ist das Inventar seines Privatlaboratoriums zu Strassburg, in den Besitz der Niederländischen Presshefefabrik zu Delft übergegangen.

[2]) Ich habe auch Kolben und Ableitungsrohr aus einem Stück machen lassen, doch unzweckmässig gefunden. Auch das Anbringen des Hahnes am Kolbenstiel, anstatt, wie in der Figur am Ableitungsrohr, ist versucht, ist aber ebenfalls unbequem. Auch verschiedene Systeme mit Dreiweghähnen kamen in Verwendung, ergaben sich jedoch als nicht empfehlenswerth.

Digitized by Google

des Halses, das Gasableitungsrohr um den Hals nach allen Seiten drehen kann ohne, dass dasselbe dabei seine verticale Entfernung vom Deckel verändert. Wie bequem dieses ist für das Sammlen der Gährungsgase wird man beim Gebrauche bemerken.

Der Gasrecipient (r) besteht aus drei Theilen, welche durch zwei Glashähne getrennt sind, nämlich eine Auffangglocke, den kalibrirten Gasbehälter und das Ableitungsrohr womit das Gas in die Gasbürette übergeführt werden kann. Das Ableitungsrohr muss zwar eng sein um den Gummischlauch leicht aufnehmen zu können, jedoch genügend weit um sich, ohne Capillarwiderstand, leicht mit der Spritzflasche mit Wasser anfüllen zu lassen. Andere kleine Details werden sich aus der Figur ergeben.

Das Anfüllen des Kolbens mit einer vollständig luftfreien Gährflüssigkeit erfordert eine besondere Aufmerksamkeit. Wie das am Besten geschieht ergibt sich aus Figur 2.

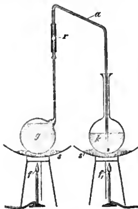


Fig. 2. *Das Anfüllen des Gährungskolbens bei Luftabschluss.*
g. Gährungskolben.
r. Gummischlauch.
a. Verbindungsrohr.
k. Kochkolben.
s, s'. Sandbäder.
f, f'. Flammen.

Neben einander sind zwei Sandbäder (s, s') aufgestellt, worauf der Gährungskolben (g) und ein gewöhnlicher Kochkolben (k) durch Flammen (f, f') in kräftiges Kochen erhalten werden. Durch eine Glasröhre (a), welche vermittelst eines Gummischlauches (r) mit dem Gährungskolben verbunden ist, kann der sich beim Kochen bildende Schaum in den Kochkolben (k) übergehen. Wenn dieser sich aber zu hoch anfullt, so hebt man den Gährungskolben etwas vom Sandbade und kühlt durch blasen den Raum oberhalb der Flüssigkeit ab, wodurch der Wasserdampf condensirt und die siedende Flüssigkeit aus k plötzlich überströmt und g wieder anfüllt. Wenn man die Luft als vollständig entfernt betrachet, entfernt man das Rohr (r) aus dem Gummischlauch und verschliesst diesen während das Kochen heftig fortdauert und ein Dampfstrahl hinausströmt, mit einem Glasstäbchen. Dann wird der Kolben vom Sandbade genommen und gekühlt. Natürlich entsteht ein Vacuum während der Gummischlauch sich gänzlich zusammenzieht und sich abschliesst. Dieser Verschluss ist so luftdicht, dass ich in einem im Juli angefertigten Kolben noch im October das Vacuum

Digitized by Google

vorfand, und den Inhalt in Butylgährung versetzen konnte.

Auch das Infiziren des Gährungskolbens mit dem Butylansatze oder mit getrockueten Butylbacterien oder deren Kolonien muss mit besonderer Umsicht geschehen. In Fig. 3 sieht man, wie das am geeignetsten auszuführen ist.

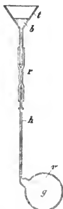


Fig. 3. *Infizirung des Gährungskolbens bei Luftabschluss.*
g. Gährungsflussigkeit.
v. Vacuum.
h. Hals.
r. Gummischlauch.
t. Glastrichter.
b. Butylansatz.

Nachdem der Sauerstoff aus der Lösung entfernt und diese auf die Gährungstemperatur abgekühlt ist wird der Gummischlauch (*r*), welcher durch das Vacuum schon zusammengepresst ist, mit den Fingern geschlossen gehalten, das Glasstäbchen entfernt und ein sterilisirter Glastrichter (*t*) oben in den Gummischlauch geschoben. Wünscht man mit dem Butylansatze zu infiziren so wird dieser derweise in den Trichter gegossen, dass die Luft aus dem Oberende des Gummischlauches entweicht. Man vermindert dann den Druck mit deu Fingern, wodurch etwas vom Inhalte des Trichters in den Kolben hineingesogen wird; dan schliesst man durch vermehrten Druck den Schlauch wieder vollständig, entfernt den Trichter und sticht den Glasstöpsel in das Oberende des Gummischlauches. Wünscht man mit trockenen Bacterien, mit Bacterienkolonien, oder irgend einem anderen Materiale zu infiziren, so füllt man den Glastrichter mit etwas sterilisirtem, ausgekochtem Wasser, worin die Substanz, welche für Infection dienen soll suspendirt ist, und handelt übrigens wie oben. Der Kolben wird darauf in den Thermostateu gebracht und, wenn die Schaum- und Gasbildung so stark werden, dass der Glasstöpsel beinahe hinausgeschleudert wird, entfernt man schnell den Gummischlauch und schiebt das Gasableitungsrohr auf den Schliff des Kolbenhalses. Hat man nicht zu wenig Infectionsmaterial gebraucht so beginnt die Gährung sofort, und nach sechs oder acht Stunden ist genug Spaunung im Kolben um das Ableitungsrohr aufzusetzen ohne für Luftzutritt fürchten zu müssen.

§ 6. Verlauf einer Butylgährung. Formverhältnisse und Beweglichkeit des Butylfermentes.

Ich setze voraus, dass die Gährung stattfindet in einer Gähr-

flüssigkeit, wie oben beschrieben, welche nahezu neutral, vielleicht sehr schwach sauer reagirt, welche ein Extractgewicht von c. a 10 Saccharometergraden anzeigt, nur höchstens 1 % à 3 % Glukose enthält und reich ist an Maltose, Maltodextrin und Malzpeptone. Die Gährungstemperatur ist 30 à 35° C.; bei 40° C. wird der Vorgang geschwächt; 35° C. ist vielleicht ein Optimum für die Schnelligkeit der Wasserstoff- und Kohlensäurebildung.



Fig. 4. (Zeiss, F. 2, Vergr. 700). *Sauerstoffform von Granulobacter butylicum.* Bewegung durch Pfeilchen angedeutet.

Eine absolute Entfernung des Sauerstoffs aus dem Butylgährungskolben ist durch Kochen wohl nicht möglich, und kann erst durch das Functioniren der Bacterien selbst eintreten. Es wurde denn auch schon gesagt, dass die Gährung anfangen kann auch wenn noch Spuren von Sauerstoff vorhanden sind. Es ist aber, wie in § 5 angeführt, sehr bemerkenswerth, dass die Form der Bacterien dadurch bedingt wird, sodass man eine „Sauerstoffform" und eine „anaërobie Form" des Butylfermentes, welche letztere in Bezug auf die Gestalt „Clostridiumform" genannt werden kann, unterscheiden muss.

Hat die Sauerstoffform sich unter Einfluss einer ganz geringen Spur Sauerstoff entwickelt, so besteht dieselbe nur aus schnellbeweglichen Stäbchen, welche *Bacillus subtilis* sehr ähnlich sind, sich jedoch davon unterscheiden durch das Vorkommen von sehr kurzen Gliedern in den noch Kettenförmig verbundenden Stäbchenverbänden (Fig. 4), so wie von eigenthümlichen „Körnern" in den Stäbchen. Gewöhnlich findet man, dabei alle Stäbchen in schneller Bewegung begriffen, doch kann die Bewegung ohne bestimmte Ursache bei einzelnen oder bei allen aufhören. Untersucht man die Beweglichkeit der Stäbchen, welche bei Sauerstofzutritt, unter dem Deckglase längere Zeit beweglich geblieben sind in einer Wasserstoffathmosphäre, so ergiebt sich, dass bei vollständigem Sauerstoffabschluss Ruhe eintritt, welche bei Sauerstoffzutritt wieder in Bewegung übergeht, und welche dann selbst bei vollem Luftdruck noch fortdauern kann.

Wenn aber die Stäbchen während ihrer Entwickelung das noch eben mit dem Wachsthume verträgliche Maximum der Sauerstoffspannung ausgesetzt gewesen sind, so verbleiben alle in vollständiger Ruhe. Besonders die reincultivirten Kolonien in Gelatine, welche so leicht etwas Sauerstoff zurückhält, bestehen aus diesem nicht

beweglichen Zustande, und wachsen oft zu langen, den gewöhnlichen Butylstäbchen durchaus unähnlichen Fäden aus. Ich folgere aus diesem letzteren Umstande dass die Beweglichkeit, welche frische, einer Gährung entnommene Präparate aufzeigen, wenn der Sauerstoff freien Zutritt hat, nur eine vorübergehende Erscheinung ist, wenn sie auch Stunden lang fortdauern kann.

Die bei vollständiger Abwesenheit von Sauerstoff entstandenen Clostridien können sich, im Gegensatze zu der Sauerstoffform, sowohl in der Mitte der sauerstofffreien Gährflüssigkeit in ziemlich lebhafter Bewegung vorfinden, wie auch, bei Gegenwart dieses Gases, sich ganz wie gewöhnliche aërobe Bacterien lebhaft bewegen. Die Natur der Bewegung bei Sauerstoffmangel ist eine eigenthümliche und unterscheidet sich dadurch von der bei Sauerstoffgegenwart stattfindenden, dass die Bacterien nur wenig Neigung zu einer Ortsveränderung aufzeigen und in einem kleinen Raum hin- und herschwimmen und schaukeln.

Um eine solche Beobachtung einwandsfrei auszuführen verfahre ich folgender Weise.

Es wird von einer kräftigen Butylgährung, mit starkem Ausfluss der Zoögloea, das Gasableitungsrohr entfernt und anstatt desselben ein Gummischlauch an den Kolbenhals verbunden. Das andere Ende dieses Schlauches geht nach einer GEISSLER'schen Glaskammer mit capillarer Verengung, welche auf dem Objecttisch des Mikroskopes ruht [1]). Die Zoögloea muss dann die Kammer durchfliessen und fliesst aus dem anderen Ende derselben, durch einen daran verbundenen Gummischlauch ab. An die beiden Gummischläuche werden Quetschhähne gesetzt, welche die durchströmende Zoögloea in Ruhe bringen, wenn sie angepresst werden zum Zwecke der mikroskopischen Betrachtung.

Ich glaube, dass bei einem solchen Versuche wohl sicher angenommen werden kann, dass auch die letzten Sauerstoffspuren aus der Glaskammer vertrieben werden können. Dass dieselben darin ziemlich lange aufgehalten werden, eben durch die eigenthümliche Form der Kammer, welche nur eine langsame Ortsveränderung der centralen Flüssigkeit im scheibenförmigen capillaren Kammerraum durch den hindurchfliessenden peripheren Strom ermöglicht, ist sicher. Jedoch, es erscheint kaum zweifelhaft, dass bei der beschriebenen Versuchsaustellung schliesslich die letzten Sauerstoffspuren mitgerissen und

---

[1]) Also die nämliche Einrichtung, welche PASTEUR verwendet hat in „Études sur la bière" pg. 288, 1876, Käuflich bei ALVERGNIAT, Paris, 10 Rue Sorbonne, Catalog 1887, N°. 185, pag. 59.

entfernt werden, so dass die Bewegung der Butylbacterie nicht allein durch den freien Sauerstoff selbst, sondern auch durch eine feste, im Protoplasma gebunden vorkommende Sauerstoffreserve, welche selbst in sauerstofffreier Umgebung erhalten bleibt, bedingt sein kann.

Das Hauptresultat dieses Versuches ist also der Beweis der Möglichkeit der Bewegung der lebenden Substanz beim vollständigen Fehlen des Sauerstoffs, wodurch diejenigen Theorien, welche die Protoplasmabewegung überhaupt auf eine Anziehung zum Sauerstoff zurückführen, sich als unhaltbar erweisen [1]).

Welche die biologische Bedeutung der Bewegung sein mag, welcher Nutzen derselben für unsere anaërobe Bacterie zukommt, — um darüber zu entscheiden müssen wir wohl an PFEFFER's chemotactische Ortsbewegungen denken [2]), und uns vorstellen, dass die Clostridien mit Bewegung reagiren auf kleine Concentrationsänderungen in ihrer Nährlösung, und das Günstigste in dieser Beziehung aufsuchen.

Die Sauerstofform des Butylfermentes lässt sich sowohl in den Gährungskolben, welche mit Reinculturen des Fermentes angestellt sind, wie in den Gelatineculten auffinden. In denjenigen Gährungen, wobei als Infectionsmaterial ein roher Butylansatz verwendet wird, welcher gewöhnlich auch *Bacillus subtilis* enthält, kann in den ersten Stadien der Gährung diese, zwar aërobe, allein nicht besonders sauerstoffbedürftige Bacterie, gegenwärtig sein. Und dieses sei desshalb hervorgehoben, weil die Sauerstoffform des Butylfermentes *Bacillus subtilis*, wie früher gesagt, sehr ähnlich ist, sodass Verwechselung damit möglich erscheint. Für das Studium der Sauerstoffform werden desshalb am Besten Reinculturen verwendet. Dass übrigens in den an Kraft gewinnenden Gährungen, aërobe Formen, wie *Bacillus subtilis* nicht fortwachsen können ist klar genug, und meine zahlreiche Gelatineculturen solcher Gährungen haben überzeugend erwiesen, dass, wenn selbst anfangs gegenwärtig, diese letztere Art sehr bald gänzlich verschwindet, und zwar so vollständig, dass ich nur auf den Tod derselben schliessen kann. Selbst *Granulobacter Polymyxa*, früher erwähnt als ziemlich constanter Bewohner der Butylansätze, und als Gährungsbacterie temporär anaërobie wie Hefe, — auch diese Form schwindet sehr bald aus den eigentlichen Butyl-

[1]) M. VERWORN, Die Bewegung der lebenden Substanz, Jena 1892.

[2]) Die chemotactischen Bewegungen von Bacterien, Flagellaten und Volvocineën, Tübinger Untersuchungen, XI pg. 582.

Digitized by Google

gährungen. Die bacteriologische Untersuchung lehrt, dass diese Selbstreinigung der gährenden Flüssigkeit von den zwei genannten Bacterienarten nahezu beendet ist zu jenem Augenblicke, wo die stäbchenförmige Sauerstoffform des Butylfermentes mehr oder weniger vollständig durch die Clostridien ersetzt ist, und bei aller Verschiedenheit in der Gestalt der Individuen, zeigt das mikroskopische Bild dem geübten Auge von da an eine unverkennbare habituelle Aehnlichkeit zwischen den Beiden. Allmählich bevölkert die Flüssigkeit sich dann stärker und stärker bis die ganze Masse zu einem Schleime wird, welcher als zäher Zoögloea zusammenhängt und bis zum Ende der Gährung mit den Gährungsgasen durch den Hals des Kolbens ausfliesst. Das ausserordentlich merkwürdige mikroskopische Bild, das sich dabei entfaltet, gehört zu den wundervollsten Objecten, welche die Gährungsphysiologie aufzuweisen hat.

Betrachten wir die darin zur Beobachtung kommenden Wandlungen zwischen Sauerstoff- und Clostridiumform noch etwas mehr im Einzelnen.

Eine eigentliche Zoögloea erzeugt die Sauerstoffform des Butylfermentes nicht; dagegen kommt sie an die Oberfläche der Gährflüssigkeit als leichter Schaum. Die Blasen enthalten sofort Wasserstoff und Kohlensäure, während, solange Sauerstoff noch da ist kein Butylalkohol entsteht.

Die zweite Phase der Gährung ist characteristisch durch die gewaltige Vermehrung der Bacterien, welche mit dem vollständigen Verschwinden des Sauerstoffs und dem Eintreten des Reductionsvorganges einhergeht. Die Form der Bacterien verändert nun rasch; granuloseführende Clostridien, einzeln und in Schnuren vereinigt, werden überall sichtbar und füllen bald die ganze Flüssigkeit derweise an, dass ein Tropfen Jod-Jodkaliumlösung ein aus dem Halse des Gährungskolbens genommenes Präparat blauschwarz färbt. Es ist das mikroskopische Bild eben dieser Phase der Gährung, welches so besonders anziehend ist. Da jeder Versuch etwas anderes zu sehen gibt kann nur ein bestimmter Fall abgebildet werden, wie das z. B. in Fig. 6 geschehen ist. Sehr verschieden sind die einzelnen Gährungen bezüglich der Beweglichkeit der Clostridien, bezüglich ihrer Dicke und Länge und ihres Gehaltes an Granulose. Noch veränderlicher in Bezug auf das wohl oder nicht Vorkommen von Sporen und in Bezug auf die Grösse und Form dieser Letzteren. Bisweilen ist alles in schneller Bewegung, bisweilen in vollständiger Ruhe, und so bleibt es dann oft 12 und mehr Stunden. Der Formenreichthum der Gährungen ist so gross, dass kaum zwei Bacterien einander vollständig gleich sind, so dass es überflüssig

Digitized by Google

ist darüber Details zu geben, wesshalb ich auf die Figuren 5 und 6 als Beispiele verweise. Zwar stellt Fig. 5 einen typischen Butylansatz (mit Weglassung der Treber) dar, doch sind ähnliche Combinationen auch in den Hauptgährungen zu finden.



Fig. 5, (ZEISS F. 2, Zeichenprisma, Verg. 700). *Granulobacter butylicum, Clostridiumform aus einem Butylansatze.* Die Treber nicht mitgezeichnet Granulose schattirt, Sporen scharf contourirt. Bewegung durch Pfeilchen angegeben.

Die innere Organisation des Butylfermentes ist sehr charakteristisch, und ich glaube dass sich im Körper desselben verschiedene Organe unterscheiden lassen. So häuft sich die Granulose in einem bestimmten, allerdings sehr formveränderlichen Theile an [1]), die Spore entsteht ebenfalls in einer bestimmten Region und ist von einem Areolarraum umgeben, wie in de BARY's und meinen Figuren zu sehen. Im Inneren findet sich ein Raum, welchen ich als Saftraum betrachte, weil dessen Inhalt so weich ist, dass darin vorkommende Theilchen beweglich sind. Dieser Raum ist nur mit homogener Immersion, und nur in ganz glücklichen Fällen bei einzelnen lebenden Bacterien zu sehen, und wird besonders deutlich wenn das Granuloseorgan darin mit einem schweifförmigen Ansatze hineinragt, was nur selten zutrifft. Ist dieses der Fall so sieht man dieser Schweif in dem Inneren passive Bewegungen ausführen, wenn das *Clostridium* sich fortbewegt oder sich krümmt. Allenfalls liegt darin ein deutlicher Beweis, dass das Innere sehr weich, wohl flüssig sein muss, weil anders ein so zartes Gebilde, wie der Protoplasmafortsatz des Granuloseorganes, unmöglich Inertieerscheinungen würde aufzeigen können.



Fig. 6. (ZEISS, F. 3, Zeichenprisma. Verg. 1100). *Granulobacter butylicum, Clostridiumform aus einer Hauptgährung.* Granulose schattirt, Sporen scharf contourirt. Bewegung durch Pfeilchen angegeben.

Die Sporen des Butylfermentes gehören zu den grössten bisher bekannt gewordenen Bacteriensporen, sie messen sehr oft 2 μ Länge, bei

[1]) Dasselbe Verhalten findet sich im Glycogenorgan von *Saccharomyces*, sowie in den Amyloplasten der niederen Grünalgen, z. B. bei der Gattung *Chlorella*.

Digitized by Google

1 μ Dicke; ihre Gestalt ist ellipsoidisch oder cylindrisch, mit abgerundeten Enden. Durch ihre Grösse sind sie leicht erkennbar selbst in Gemisch mit Heupilzsporen. Sie keimen unter Verflüssigung oder Verschleimung der ganzen Sporenwand, was sich unter dem Deckglase in einem durch Paraffin abgeschlossenen Würzetropfen beobachten lässt. Kapselartiges Aufplatzen der Wand findet sicher nicht statt, wodurch sie sich von den Heupilzsporen unterscheiden.

Im hyalinen Protoplasma der Butylclostridien finden sich Granula; einen Zellkern konnte ich nicht beobachten.

§ 7. Das Vorkommen von gebundenem Sauerstoff in den Gährungwürzen. Ausgang und Ende der Butylgährung.

Niemals habe ich eine Butylgährung gesehen (und ebensowenig eine Kolonie bei der Gelatineculter), welche durchaus keine Stäbchen und nur ausschliesslich Clostridien enthalten hätte. Welche die Ursache für die Entstehung der Clostridien auch sein mag, in allen Bacterien einer Gährung kann dieselbe mithin nicht gleichmässig herrschen. Da die Gährungsflüssigkeit an sich keine Differenzen darbietet ausreichend um ein so auffallendes Verhalten zu erklären, so müssen dabei innere Zustände maassgebend sein. So viel steht ferner fest, dass diese Zustände vorübergehend sind und rückgängig gemacht werden können, denn es ist sicher, dass Stäbchen und Clostridien in Gelatincultur gebracht identische Kolonien erzeugen, und ich kann die Vermuthung nicht unterdrücken, dass die Formverschiedenheit mit der durch Reduction, oder mit der aus der Lösung direct aufgenommenen Sauerstoff und dessen Anhäufung in den Stäbchen zusammen hängt, zu welchem Schlusse eben die Existenz der Sauerstoffform und der Clostridiumform des Fermentes veranlassen.

Ist eine Flüssigkeit mit einer so gewaltigen Fruchtbarkeit für die Entwickelung lebender Substanz, und worin die Formverhältnisse der Bacterien irgend eine Sauerstoffwirkung eben wahrscheinlich machen, trotzdem sauerstofffrei? Oft habe ich mir diese Frage gestellt und auf verschiedene Weisen versucht die sichere Entscheidung davon herbeizuführen. Die Sache ist von der höchsten theoretischen Bedeutung, denn es handelt sich um den Nachweis ob es eine ununter brochene, endlose Anaërobiose überhaupt giebt, oder ob auch hier, wie bei der Hefe, die Anaërobiose nur vorübergehend ist.

Die Antwort muss wie folgt gegeben werden.

Digitized by Google

Während Hefe nur einige wenige (zwanzig bis dreissig) Zelltheilungen ohne freien Sauerstoff ausführen kann und dann in einem sauerstofffreien Medium aufhört zu wachsen, aufhört Zucker zu vergähren und schliesslich unter Aufplatzen der Zellen abstirbt, ist dieses alles bei dem Butylfermente ganz anders. In der nämlichen Gährflüssigkeit, worin die Hefe mit freiem Sauerstoff kräftig wachsen und gähren würde, ohne Sauerstoff jedoch abstirbt, vermag das Butylferment beim vollständigen Fehlen des Sauerstoffs ins unbegrenzte weiter zu wachsen und zu gähren. Ich habe sieben successive Butylgährungen bei so vollständig möglichem Sauerstoffabschlusse mit Impfmaterial, welches jedesmal der vorigen Gährung entlehnt war, stattfinden lassen, ohne, dass selbst bei dem siebenten Versuche auch nur die geringste Verminderung der Gährintensität oder irgend eine andere besondere Erscheinung zur Beobachtung gekommen ist. Das heisst also, mehrere Millionen von Zelltheilungen können bei Abwesenheit vom freien Sauerstoff ohne irgend welche Unterbrechung herbeigeführt werden.

Die Butylgährung wird nicht beeinträchtigt durch neutrales Indigschwefelsauresnatrium. Trägt man dieses Salz vor dem Kochen der Gährflüssigkeit hinzu so entsteht eine dunkelblaue Nährlösung. Nun wissen wir, dass die Butylbacterien sehr stark reduzirend wirken und sobald die Gährung anfängt ist auch das Indigblau schon in Indigweiss umgewandelt. Ich betrachte dieses als ein sicheres Zeichen das freier Sauerstoff dann nicht mehr gegenwärtig sein kann; trotzdem wird die Gährung von da an erst recht lebhaft.

Hier kann man jedoch einwenden, dass die Bacterien zuvor den allerdings sehr geringen Gehalt an freien Sauerstoff der Flüssigkeit verzehrt haben müssen und davon vielleicht längere Zeit leben können. Um auch diesen Einwand zu beseitigen verfahre ich wie folgt.

Das SCHÜTZENBERGER'sche Reactiv, Natriumhydrosulfit ($SO^2 Na^2$), ist ein starkes Reductionsmittel, welches die Eigenschaft besitzt für das Butylferment nicht giftig zu sein und sich beim Kochen nicht zu zerzetzen. Ich habe nun meiner Gährflüssigkeit zunächst Indigschwefelsauresnatrium zugesetzt und dann so viel Natriumhydrosulfit bis das Indigblau vollständig zu Indigweiss reduzirt war, dann noch überdiess ein geringes Uebermaass von Hydrosulfit, so, dass hineingeschüttelte Luft das Indigweiss nicht bläute. Auch diese überreduzirte Flüssigkeit hat sich für die Butylgährung als durchaus geeignet ergeben, so dass ich es als erwiesen betrachte, dass das Butylferment sich ohne gelösten Sauerstoff bis ins Unendliche vermehren kann.[1])

[1]) Wie sich Alkoholhefe einem solchen überreduzirten Medium gegenüber verhält, werde ich bei einer anderen Gelegenheit betrachten. (Vergl. auch § 12, p. 46).

Verlassen wir diese Angelegenheit jedoch nicht ohne den „gebundenen Sauerstoff" schärfer ins Auge zu fassen.

Alle kräftige Gährungen mit Butylferment sind mit Malz-Roggen-Würze erhalten. Nun wissen wir durch PASTEUR [1]) dass die Würze eine beträchtliche Sauerstoffmenge nicht nur physisch löst, sondern auch chemisch bindet, derweise, dass dieser gebundene Sauerstoff durch Kochen nicht entfernt werden kann. Nach PASTEUR soll die Hefe diesen gebundenen Sauerstoff jedoch verwenden können. Wenn dieses wirklich so ist so wird das Butylferment dazu um so besser geeignet sein weil es eine stark reduzirende Wirkung auf das Gährmedium ausübt, eine Function welche der Hefe vollständig abgeht [2]). Ich meinerseits bin nicht überzeugt, dass die Hefe, wie PASTEUR will, den gebundenen Sauerstoff für die Unterhaltung ihres Lebens verwenden kann, glaube aber, dass PASTEUR's Schluss für das Butylferment unbediugt richtig ist und, dass dieser Organismus, durch das Reductionsvermögen, das zu erreichen vermag was andere Organismen durch ihre Sauerstoffathmung erreichen, nämlich die bleibende Unterhaltung und die Möglichkeit der Fortexistenz ihrer Lebenskraft. Thatsache ist, dass die wenigen bisher bekanuten Obligatanaërobien, welche gähren können, dieses nur dann thun, wenn reductionsfähiges Nährmaterial vorliegt, und dass bei ihnen auch immer die Reductionsfunction nachweisbar ist.

Einen bestimmten Augenblick anzugeben für das Ende einer Butylgährung vermag ich nicht. Die stürmische Gasentwickelung, welche mit dem intensiven Wachsthume des Fermentes parallel geht, dauert, je nach Umständen, zwei bis drei Tage. Nach dem dritten Tage dürfte kaum mehr Vermehrung stattfindeu und die Erzeugung von Butylalkohol erlöscht ebenfalls; dagegen kann die Gasbil-

---

[1]) Études sur la bière pg. 357. Paris 1876. Ein Liter Bierwürze löst z.B. nach PASTEUR 7 cM^3 freien Sauerstoff und bindet davon chemisch 41 cM^3, also c.a. sechs mal soviel.

[2]) In PASTEUR's Darstellung (l. c. pag. 364) stosse ich auf die folgende Schwierigkeit. Das Natriumhydrosulfit wird verwendet um den gelösten Sauerstoff zu titriren; als Indicator dient Indigschwefelsauresnatrium, welches durch das Hydrosulfit in Indigweiss übergeht, also reduzirt wird. Hefe reduzirt Indigschwefelsauresnatrium jedoch nicht, erscheint in dieser Beziehung also als kein reduzirendes Agens. Hefe soll nach PASTEUR dagegen den gebundeuen Sauerstoff der Würze verbraucheu, irgend einen bestimmten wenn auch unbekannten Körper aus der Würze also wohl reduziren, während Natriumhydrosulfit welches in Bezug auf Indigo so kräftig reduzirend wirkt, der Würze nur den gelösten, nicht den gebundenen Sauerstoff entziehen sollte. Dieses scheint mir aber ein Widerspruch, welcher sich dadurch aufheben lässt, dass der Hefe das Vermögen den gebundenen Sauerstoff der Würze zu verbrauchen überhaupt abgesprochen wird.

dung dann noch Wochen lang bei Zimmertemperatur fortdauern. Während dieser Nachgärung wird die Flüssigkeit allmählich dünnflüssig und das mikroskopische Bild zeigt, dass die Bacterienkörper theilweise verschwinden, sowohl das Granuloseorgan, wie das farblose Protoplasma nehmen dabei bedeutend an Raum ab, und in lange aufbewahrten Culturen kann es selbst schwierig werden Granulose überhaupt mit der Jodreaction sichtbar zu machen. Die Sporen bleiben natürlich unversehrt, verlieren jedoch, nachdem sie ein Jahr in der Gährflüssigkeit aufbewahrt sind ihre Keimkraft. Diese sämmtlichen Erscheinungen, mit Ausnahme der Nachgährung, welche bei Sauerstoffzutritt aufhört, dürften von der An- oder Abwesenheit dieses Gases unabhängig sein, und nur durch das Verschwinden der Nährstoffe bedingt werden.

§. 8. Ueber die Butylgährungsgase und den Butylalkohol.

Da die Sauerstoffformen der Granulobacterien bei den täglich in der Praxis zu beobachtenden spontanen Gährungen nicht gekochter Mehlteige, in Bezug auf die dafür characteristischen stürmischen Gasentwicklungen die eigentliche Hauptrolle spielen, so würde ich hier naturgemäss mit der Besprechung jener Verhältnisse anfangen können. Ich ziehe es jedoch vor dieses bei einer anderen Gelegenheit zu thun, im Zusammenhange mit der Lebensgeschichte von *Granulobacter saccharobutyricum* und den Milchsäurefermenten. Es würde mich nämlich hier zu weit führen die eigenthümlichen Erscheinungen, welche dabei zur Beobachtung kommen, genügend zu würdigen, besonders desshalb, weil alles was bisher über die Bacterien des Brodteiges geschrieben ist nur geringe Bedeutung besitzt, und den Kern der dabei für die Praktiker und für die Wissenschaft obwaltenden Fragen überhaupt nicht trifft, sodass die Sache nicht mit wenigen Worten zu erledigen ist.

Da die Gasbildung bei der Butylalkoholgährung eine sehr heftige ist und bei der Verwendung von Literkolben nur wenige Stunden erforderlich sind um mehrere hundert cM^3 Gas zu sammlen, so ist es leicht in wenigen Tagen ganze Reihen von Gasanalysen auszuführen. Da es hierbei nicht um den höchsten Grad der Genauigkeit zu thun sein kann, ist Hempel's Methode mit den Kugelpipetten bequem zu folgen. Zunächst ergibt sich, dass die Gase von Anfang bis zu Ende der Gährungen nur aus Wasserstoff und Kohlensäure bestehen, sodass dieselben durch Palladiummohr und Aetznatron vollständig absorbirt werden. Irgend eine Spur von Methan oder

anderen Kohlenwasserstoffen, sowie von Stickstoff, bleibt nach der genannten Absorption nicht zurück [1]).

Solange die Sauerstoffform des Butylfermentes in den Gährungen vorherrscht übertrifft das Wasserstoffvolum weitaus dasjenige der Kohlensäure. Für dieses erste Stadium der Gährung, welches immer mit der Gegenwart von mehr oder weniger Glukose in den Würzen zusammenfällt, gebe ich als mittelere Zahl der Zusammensetzung $CO^2 + 4\ H^2$, also auf 1 Vol. Kohlensäure 4 Vol. Wasserstoff.

Sobald die Anaërobiose vollständiger wird nimmt der Wasserstoffgehalt der Gase ziemlich schnell ab. Während des Hauptstadiums der Gährung, worunter ich die Periode des schnellsten Bacterienwachsthums und der reichlichsten Butylalkoholbildung verstehe, ist das Verhältniss im Mittel $CO^2 + H^2$, also gleiche Volumen. In den darauf folgenden Stadien bleibt dieses Verhalten entweder bestehen oder die relative Zunahme der Kohlensäure dauert fort. Findet Letzteres statt, so kommt schliesslich eine Zusammensetzung von $5\ CO^2 + H^2$, das heisst 5 Mal mehr Kohlensäure wie Wasserstoff zur Messung. In den Nachgährungen, besonders bei niedriger Temperatur, steigt dann wieder der Wasserstoffgehalt etwas.

Merkwürdigerweise geben verschiedene Kolonien aus einer Reincultur, welche in Würze derselben Zusammensetzung ausgesäet werden, in den vorgeführten Beziehungen kein identisches Resultat. Wie das zu erklären ist weiss ich nicht sicher zu sagen, doch glaube ich dass die Erscheinung ursächlich verbunden ist mit dem mehr oder weniger deutlich Hervortreten der, als Sauerstoffform und Clostridiumform bezeichnetten Zustände, der die Kolonien zusammensetzenden Bacterien. Hier muss ich aber bemerken, dass selbst in jener Anfangsperiode der Gährung, während welcher die Sauerstoffform des Butylfermentes noch vorherrscht, eventuell hinzugefügtes Indigschwefelsauresnatrium schon zu Indigweiss reduzirt wird, sodass, wenn der Sauerstoff die Wandelung im Verhältniss der Gase wirklich beherrscht, was ich als wahrscheinlich betrachte, hier nur an die feste Sauerstoffreserve des Bacterienplasma's, so wie auch vielleicht an die in der Würze gebunden vorkommende, gedacht werden kann.

Aus dem Vorhergehenden sieht man, dass es illusorisch sein würde eine chemische Formel für die Butylalkoholgährung aufzustellen,

[1]) Das Sumpfgas der Moraste kann also wohl nicht Produkt der Butylgährung sein. Auch *Granulobacter saccharobutyricum* erzeugt niemals Methan. Ich hebe dieses hervor weil Hoppe-Seyler den *Bacillus Amylobacter* für die Sumpfgasgährung auftreten lässt. In Bezug auf *Granulobacter lactobutyricum* kann ich nur sagen, dass diese Bacterie aus Calciumlactat ebenfalls nur Kohlensäure und Wasserstoff erzeugt, und bei meinen Versuchen die Kohlehydrate nicht recht anzugreifen vermochte.

Digitized by Google

welche ein quantitatives Maass für die Gasentwicklung ausdrücken sollte. Es ist offenbar die Substanz der Bacterienkörper selbst, welche bei dieser Gährung so massenhaft entsteht, und die nicht in eine chemische Formel unterzubringen ist, wodurch die Zahlenverhältnisse zu nichten werden.

Auch in Bezug auf das Rendement an Butylalkohol ist bisher keine bestimmte Angabe aufzustellen, nur kann ich hervorheben, dass aus den Butylansätzen, welche künstlich mit trockenen Butylbacterien infizirt und welche von Anfang an frei von *Gr. saccharobutyricum* waren, 1 bis 3 % des Gerstenmehles als Butylalkohol abdestillirt wurde. Aus guten Hauptgährungen erhielt ich 1 bis 2 % des Alkohols auf das Mehl berechnet. Den Vergährungsgrad durch Saccharometeranzeige zu verfolgen ist wegen der Zoogloeabildung nicht thunlich.

Der Alkohol siedet bei c.a 117° C. und löst sich bei 15° C. in c.a. 10 Theilen Wasser, woraus er durch Chlorcalcium abgeschieden werden kann. Beim Rectifiziren geht ein wenig eines Alkohols über, welcher ein niedrigeres Kochpunt hat, vielleicht Propylalkohol. Uebrigens ist das Product sehr rein. Wäre der Butylalkohol ein technisch wichtiger Körper, so wäre dessen Darstellung im Grossen nach meinem Verfahren praktisch ausführbar.

§ 9. Gewinnung der Butylbacterien. Stickstoffgehalt derselben.

Die Productivität der kräftigeren Butylgährungen an Bacteriensubstanz ist eine so grosse, dass die (nicht säuerenden) vollständig sauerstofffreien Butylwürzen, schliesslich ganz und gar zähschleimig werden. Es ist sehr interessant aus einer solchen Gährung die Bacterienzoogloea zu präcipitiren. Dieses kann mit nahezu absoluter Vollständigkeit mit starkem Alkohol geschehen, wodurch die Zoogloea coagulirt und als zähe Masse, ähnlich wie Fibrin, mit einem Glasstabe, woran sie leicht festklebt, aus der Mutterlauge entfernt werden kann. Diese Masse kann auf einer starken Glasplatte ausgepresst werden bis nahezu zur Trockenheit, sodass die vergohrene Flüssigkeit daraus sehr vollkommen verschwindet, wobei eine lederbraune ziemlich feste Platte erhalten wird, welche nur aus Bacterien besteht. Getrocknet im Thermostaten bei 37° kann die Masse leicht pulverisirt werden. Die Butylfermentsporen sind darin alle lebendig, und die Bacterien selbst sind nur theilweise abgetödtet.

Die vollständige Ausfällung der Zoogloea findet statt, wenn soviel Alkohol hinzugefügt ist, dass das Ganze c a. 70 % Alkohol enthält. Fährt man dann noch weiter fort Alkohol hinzuzusetzen so werden

Digitized by Google

auch die nicht vergohrenen Dextrinen niedergeschlagen, was jedoch, wie gesagt, nicht geschieht durch den verdünnteren Alkohol während der Abscheidung der Bacterien. Ich will noch hinzufügen, dass dieser merkwürdige Vorgang nur einmal geschehen kann, das heisst, vertheilt man eine schon abgepresste Zoogloea in Wasser und versucht denselben dann wieder mit Alkohol zu präcipitiren, so entsteht ein diffuser Niederschlag, welcher sich nicht gut reinigen lässt und nur schwierig zu sammlen ist. Auch muss der Forscher, welcher diesen Versuch wiederholen will, darauf Bedacht nehmen, dass das Präcipitiren während des Höhepunktes der Gährung geschehen muss, oder doch sofort nachdem die Gährung beendet ist, da später ebenfalls nur diffuse Niederschläge mit unbequemen Eigenschaften erhalten werden. Wegen des Alkoholverbrauches ist dieser Verfahren natürlich nicht wohlfeil. Dessenungeachtet kann es doch ruhig als ein durchaus als industriell zu bezeichnendes betrachtet werden, und hätte man Bedürfniss an das Butylferment im Grossen, wie an die Presshefe, so würde der geschilderte Vorgang sicher erfolgreich sein. Wie die Sachen derzeit stehen ist es eine interessante Methode um eine der merkwürdigsten Bacteriearten, im Grossen, für wissenschaftliche Zwecke zu gewinnen.

Auf die beschriebene Weise dargestellt bildet das Butylferment eine braune Spröde geschmacklose Masse, welche einen schwachen angenehmen Geruch hat und c.a. 15 % Wasser enthalt. Zerbricht man ein Stück, so findet man das Innere gewöhnlich leichter gefärbt, wie die Oberfläche, sodass offenbar leicht oxydabele Körper darin Gegenwärtig sind. Pulverisirt und in Wasser gebracht schwillt das Pulver bald an zu einem zähen Zoogloeaschleime, welches unter dem Mikroskope das schönste Bild vom Butylfermente vorführt. Tryptische Eigenschaften hat das Pulver gar nicht, dagegen wirkt es sehr stark amylolytisch, auch dann noch, wenn die Bacterien darin abgestorben sind. Besonder hübsch kann man dieses beobachten mit Hülfe der Diffusionsmethode in einer dünnen Stärkekleistergelatineplatte, worauf einwenig des Pulvers gelegt wird, welches zwölf oder mehr Stunden sich selbst überlassen bleibt, wonach die Platte mit einer Jodlösung übergossen wird, also durch einen ähnlichen Versuch, wie fruher bei den Butylkolonien beschrieben. Es diffundirt dann die Butyldiastase in die Kleistergelatinplatte hinein und erzeugt ein kreisrundes Diffusionsgebiet, welches durch die Jodlösung nicht mehr gefärbt wird. Hat man ein frisches Pulver hinauf gelegt, so vermögen die Bacterien unter diesen ziemlich ungünstigen Bedingungen dennoch Lebenserscheinungen aufzuzeigen, indem sie sich, in der Mitte der durch Imbition entstandenen Zoogloea ein luftfreies Me-

dium schaffen, worin Bewegung entsteht, und selbst Sporenkeimung und ein Anfang von Wachtstum stattfinden kann. Letzteres erlischt allerdings durch den ungünstigen Nährboden sehr bald. Das Pulver ist reich an Granulose und färbt sich mit Jod violetschwarz. Wird es mit Wasser lange gekocht, so löst sich nur wenig Granulose, jedoch genug um das Wasser, bei Jodzusatz, blau zu färben. Bei sehr laugem Kochen mit Säuren verschwindet die Granulose und man findet Dextrin und Zucker in der Lösung; diese Umwandelung geschieht aber sehr schwierig. Viel leichter dagegen lasst sich die Granulose durch die verschiedenartigsten Amylasepreparaten verzuckeren.

Aus einem Liter Würze von 11 Saccharometergraden erhielt ich c.a. 30 Gr. zwischen Glasplatten gänzlich abgepresste feuchte Bacterienzoogloea hieraus 7 Gr. luftrockene Bacterien und, da diese noch 14 % bis 17 % Wasser enthalten, c.a 6 Gr. bei 110° C. getrocknete Bacteriensubstanz.[1]) Der Stickstofgehalt dieser trockenen Masse ist etwas verschieden, je nach dem Zustande der Gährung. So fand ist in einem Muster, welches aus einer nahezu glukosefreien Gährung, als diese ihren Höhepunkt erreicht hatte, präcipitirt war, nach Kjeldahl's Verfahren, 4.01 % Stickstoff, was durch Multiplizirung mit dem Factor 6,25 auf 25.06 % Eiweiss auskommt. Bei einer mit 2 % Glukose angestellten Butylgährung fand ich in der bei 110° C. getrockneten Bacteriensubstauz 4.395 % Stickstoff oder 27.468 % Eiweiss. Zum Vergleiche mit einem anderen Gährungserreger erinnere ich daran, dass man in den activeren Presshefevarietäten des Handels, ungefähr doppelt soviel Stickstoff findet nämlich 7 à 9 %.

Nimmt man an, dass die lebenden Bacterien 80 % Wasser enthalten (Presshefe wird auf 75 % Wassergehalt angeschlagen), so findet sich in den restirenden 20 Gr. Bacteriensubstanz, wenn diese auf 27.46 % Eiweiss angesetzt wird, 5.59 Gr. Eiweiss, welches also durch Wasserimbibition den Protoplasmakörper der Bacterien darstellen muss. Vom Gesammtkörper der lebenden Bacterien beträgt das Granuloseorgan 25 bis 50 %[2]) und ist desshalb unzweifelt selbst von protoplasmatischer Grundlage. Die Sporeu ergeben, bei mikroskopische Messung, einen Raum von c.a 10 % des Bacterienkörpers. Ueber den Raum der Schleimhüllen wage ich nicht eine Vermuthung auszusprechen.

Jahre lang in trokenem Zustande aufbewahrt verlieren die auf die

---

[1]) Merkwürdigerweise würde sich aus einen Liter dieser nämlichen Würze ebenfalls c.a. 30 Gramm Bierhefe erhalten lassen, jedoch nur durch das Lüftungsverfahren.

[2]) Bei *Granulobacter saccharobutyricum* selbst 60 %.

beschriebene Weise erhaltenen Bacterien ihre Vegetationskraft nicht. Ich habe z. B. im vergangenen Sommer kräftige Butylgährungen erhalten dadurch, dass ich, im Jahre 1887 geerntetes Bacterienmaterial zur directen Infection meiner Hauptgährungskolben verwendete. Auf einfachere Weise kann man sich aber von der fortdauerenden Lebenskraft des aufbewahrten Materiales durch die Darstellung eines Butylansatzes überzeugen. Man kocht dazu in einem Becherglase etwas Mehl auf, genau so, wie bei der Herstellung der Rohansätze beschrieben, siedet jedoch solange bis alles Leben darin getödtet ist, was nach 10 bis 15 Minuten beinahe immer, nach einer halben Stunden ausnahmlos der Fall ist.

Man bringt dann das zu untersuchende trockene Bacterienpulver mit einem Platinlöffel an einer gewissen Stelle tief in die bis auf 95° C. abgekühlte Masse, derweise, dass die Bacterien die Glaswand berühren. Sofort schwillt das Pulver zu einer voluminösen Zoogloea an. Nach einigen Stunden bemerkt man, dass der Mehlbrei an der infizirten Stelle dünnflüssig wird, infolge der Wirkung der aus der Zoogloea hinaus diffundirenden Butylamylase. Leben die Bacterien, so sieht man nach 24 Stunden bei 37° diesen verflüssigten Theil der Mehlmasse reichlich mit Gasblasen angefüllt, der angenehme Butylalkoholgeruch wird kenntlich und die Clostridien verbreiten sich in allen Richtungen durch den Mehlbrei. Bei diesem Versuche muss beim Infiziren mit dem Platinlöffel das Hineinbringen grosser Luftblasen möglichst vorgebeugt werden, was übrigens sehr leicht ist. Natürlich kann ein solcher Butylansatz wieder für das Anstellen einer neuen Hauptgährung verwendet werden.

§ 10. Die Granulobactergranulose und die Granulobacterdiastase.

Ein hübsches Beispiel von der Vollständigkeit, womit die lebende Substanz räumlich neben einander vorkommende Körper, welche bei Contact energisch auf einander einwirken müssten, getrennt zu erhalten vermag, ist die Granuloseablagerung in der Mitte der Granulobacterien, welche an ihrer Oberfläche reichlich Diastase ausscheiden.

Dass diese beiden Processe wirklich zu gleicher Zeit stattfinden, das lehrt die Anhäufung der Diastase während der Butylgährungen, welche ebenfalls characterisirt sind durch das so ausgiebige Wachsthum von mit Granulose angefüllten Clostridien, wodurch ein Tropfen der gährenden Flüssigkeit sich mit Jodlösung dunkel violetblau färbt.

Auf Grund dieser Erfahrungen war zu erwarten, dass die vermittelst Alkohol aus den Butylgährungen präcipitirten Zoogloeen sowohl

Digitized by Google

reich an Granulose wie an Diastase sein müssten; was denn auch wirklich zutrifft. Ueberdies bleibt noch viel Diastase in der Mutterlauge zurück.

In Bezug auf den Nachweis dieses letzteren Körpers sei noch Folgendes angeführt.

Bringt man in die Tiefe eines bis auf 95° C. abgekühlten Mehlteiges ein wenig einer getrockneten, zu Pulver zerriebenen Zoogloea und stellt die Masse bei 37° C. so bildet sich, wie wir in § 9 gesehen, schon nach wenigen Stunden ein localer Verflüssigungsheerd.

Da hierbei jedoch Bacterienwachsthum beginnen kann, sodass an eine Neubildung der Diastase gedacht werden kann, so sei bemerkt, dass auch, durch Verweilen in Aether oder Chloroform abgetödtete Zoogloeen diese Reaction zeigen können. Hierbei ist aber zu empfehlen die Hinzufügung des Preparates zum Mehlteige nicht bei 95° C., sondern bei niederer Temperatur und zwar unterhalb 70° C. erfolgen zu lassen, weil anders die Diastase geschädigt wird.

Fügt man die pulverisirte Butylzoogloea oder ein daraus bereitetes Amylasepreparat [1]) zu einem dicken Stärkekleister bei 50° à 60° C. so findet auch darin schnelle Verflüssigung statt. Zuerst entsteht dabei viel Dextrin, welches jedoch bald verschwindet und durch Maltose ersetzt wird. Welchen Verlauf dieser Vorgang nimmt ist mir aber nicht genau bekannt, nur ist derselbe nicht zu parallelisiren, mit der Zuckerbildung durch Malzdiastase, da diese auf die Zusammenwirkung zweier Enzyme beruht, während die Butylamylase ein einfacher Körper ist.

Uebrigens steht letztere Stoff der Malzdiastase in so weit sehr nahe, dass das Temperaturoptimum der Amylolyse für beide bei ungefähr 60° C. liegt, dass beide durch eine Spur Säure activirt durch Alkali stark beeinträchtigt werden, während Ptyalin und die damit identische Pancreasdiastase eben durch eine Spur Alkali gefördert werden, schliesslich, das die Butylamylase oberhalb 60° C. mehr und mehr inactiv wird und aus den Lösungen als Coagulum niederfällt, ebenso wie die Malzdiastase. Inzwischen dürfte die Temperatur der schnellen Zersetzung für die Butylamylase bei 75° C. liegen, also höher wie bei der Malzdiastase, wo dieselbe c.a. 68° C. ist.

Die durch Butylamylase erzeugte Maltose ist wahrscheinlich identisch

[1]) Um dieses zu erhalten ist es am einfachsten eine kräftige Butylgährung in Würze über Porzellan zu filtriren und das Filtrat mit Alkohol zu präcipitiren, oder eine solche gährende Würze zuerst durch Alkohol von der Butylzoogloea zu befreien und die Mutterlauge dann mit Alkohol in Uebermaas zu präcipitiren, wobei zwar viel Dextrin mitherausfällt, jedoch nur sehr wenige Bacterien.

Digitized by Google

mit der gewöhnlichen Maltose, jedenfalls können die Maltosehefen daraus Alkohol und Kohlensäure erzeugen, während dieselbe von den Glukosehefen, wie *Saccharomyces Mycoderma*, sowie von den Laetosehefen, wie *Saccharomyces Kefyr* und *S. tyrocola*, nicht assimilirt und nicht vergohren wird.

Die Erythrodextrinbildung ist bei der Butylamylolyse eine schneller vorübergehende Erscheinung, wie bei der Einwirking der Gerstenmalzdiastase, jedoch deutlich wahrnehmbar, eben wie bei Einwirkung von Maismalzdiastase, welche der Butyldiastase nahe steht. Glukosebildung findet bei der Umsetzung durch Butylamylase nicht statt, während gewöhnliche Malzdiastase, infolge eines geringen Gehaltes an Glukase, Spuren von Glukose erzeugt, welcher Zucker deswegen in den Malzwürzen nimmer vollständig fehlt, dagegen, in vorher gekochten Butylansätzen durchaus nicht vorkommt.

Es ist hier vielleicht die Stelle um ein Wort zu widmen an die durch MITSCHERLICH entdeckte[1]), später so vielfach besprochene Auflösung der Cellulose unter dem Einfluss von „*Bacillus Amylobacter*". Auf vielerlei Weisen habe ich versucht Sicherheit zu bekommen in Bezug auf die Rolle, welche das Butylferment dabei vielleicht ausüben konnte. Hierbei habe ich zunächst die Butyldiastase ins Auge gefasst, und deren Einfluss auf Cellulose von verschiedener Herkunft fesstgestellt. Es wurde dazu Cellulose bereitet aus Filtrirpapier, aus Dattelkernen und aus den Samenlappen von *Tropaeolum majus*, welche Körper in SCHWEIZER's Reactiv gelöst, mit Salzsäure präcipitirt und vollständig von Kupfer gereinigt wurden. Es hat sich ergeben, dass das Enzym auf die so erhaltene Cellulose nicht einwirkt; nur gekochter Stärkekleister und die Dexrinen werden dadurch angegriffen.

Als diese Versuche ein negatives Resultat ergeben hatten, habe ich die genannten Cellulosepräparate in die Butylgährungen selbst hineingebracht, jedoch ebenfalls ohne Erfolg. Ich habe dann Flachsstengel, gekocht und ungekocht, getrocknet und frisch, in die Butylgährungen gestellt, konnte jedoch nach 24 Stunden und länger, keine mikroskopisch sichtbare Corrosionen der Bastfasern auffinden. Auch dünne Schnitte aus Radieschen blieben unversehrt. Aus alledem folgere ich, dass die nicht anzuzweifleude Möglichkeit der Cellulosolösung durch Mikroben durch einen noch nicht erkannten physiologischen Vorgang stattfindet, welcher jedenfalls nicht durch die Reinculturen der Granulobacterien veranlasst wird. Es ist mit dieser

[1]) Kön. Preussische Akad. d. Wissensch., 1850, pag. 105.

Ansicht in Uebereinstimmung, dass Herr VAN SENUS[1]), welcher den Vorgang des Verschwindens der Cellulose durch Mikrobienwirkung eingehend verfolgt hat, findet, dass hierbei eine vitale Contactwirkung (also wie in der keimenden Dattel) stattfindet, und dass hierbei wenigstens zwei Mikrobenarten zugleicher Zeit gegenwärtig sein müssen um den Vorgang zu ermöglichen. Welche diese Arten sind bleibt einstweilen unentschieden, doch dürfte *Granulobacter Polymxa* eine davon darstellen.

Ob die Cellulosegährung, wie HOPPE-SEYLER annimmt[2]), mit der Methanbildung zusammenhängt, muss ebenfalls noch entschieden werden, denn mir scheint es noch nicht genügend erwiesen, dass das Methan bei seinen Versuchen nicht aus eiweissartigen Körpern entstanden sein sollte.

§ 11. BIOLOGISCHE BEDEUTUNG DER GÄHRUNGEN. REDUCTIONSFUNCTION DES BUTYLFERMENTES.

Ich habe schon bei einer anderen Gelegenheit darauf aufmerksam gemacht[3]), dass das eigentliche Wesen der Gährungen in der Gasbildung gelegen ist, und es wäre sehr erwünscht, dass meine Ansicht von anderen Forschern erwogen würde. Wenn dieses geschieht, so bin ich überzeugt, dass allerlei andere durch Bacterien verursachte Umsetzungen und Spaltungen, wie Pigmentbildung, Reduction, Oxydation, Lichtproduction etc., welche Vorgänge oft als Fermentwirkungen oder Gährungen bezeichnet werden, in der physiologischen Klassification eine andere Stelle erhalten werden.

Nach meiner Meinung ist jede Gährung in erster Linie, wie gesagt, durch Gasbildung characterisirt. Von diesem Gesichtspunkte sind diejenigen Gährungen bei welchen Wasserstoff entsteht, was bei weitaus der Mehrzahl stattfindet, wohl als das Prototyp der Gährungen überhaupt zu betrachten, weil dieses Gas, wegen seiner sehr geringen Löslichkeit, dem Ideal eines Gases weit besser entspricht, wie die Kohlensäure.

Wenn der eigentliche Karakter von „Gährung" Gasbildung ist, so muss in dieser Gasbildung die biologische Bedeutung des Gährung gesucht werden. Diese besteht nun, wie ich glaube, im Folgenden. Die eigentlichen Tummelplätze der Gährungsorganismen sind die Schichten unterhalb der Oberfläche des Bodens in Gärten, auf

---

[1]) A. H. C. VAN SENUS, Bijdrage tot de kennis der Cellulosegisting, Leiden 1890.

[2]) HOPPE-SEYLER's interressante Studie findet sich unter dem Titel „Ueber die Gährung der Cellulose mit Bildung von Methan und Kohlensäure" in seiner Zeitschrift für Physiolog. Chemie Bd. X, Heft 3, pag. 201, und Heft 5 pag. 401, 1886.

[3]) Centrallblatt für Bacteriologie, Bd. 11, pag 73, 1892.

Digitized by Google

Wiesen und Feldern, ferner, Mist und Composthaufen, der Schlamm von Graben, Seeen und Flüssen, die Tiefe der Gährbottiche der Gährungsgewerbe u. s. w., kurz, alle diejenigen Stellen, welche eben dadurch ausgezeichnet sind, dass darin freier Sauerstoff, infolge des reichhaltigen Lebens rasch verbraucht wird, und nur sehr schwierig hinzutreten kann. Nun müssen die, sich an diesen Stellen entwickelnden Gährungsgase wohl nothwendiger Weise ein Bestreben haben ihre Erzeuger von dorthin zu entfernen und dieselben anderen Orten entgegenführen, wo die Ernährungsbedingungen auch andere sind. Im Allgemeinen muss diese Bewegung gegen die freie Oberfläche jener Massen gerichtet sein, also dem freien Sauerstoff entgegen. Ich nehme nun an, dass die Fortexistenz aller Gährungserreger, auf irgend eine Weise durch den freien Sauerstoff bedingt wird. In der aus dem Sauerstoffbedürfniss sich ergebenden Nothwendigkeit den freien Sauerstoff aufzusuchen, wodurch erst die Gährung, selbst bei den Anaëroben, auf die Dauer ermöglicht wird, sehe ich also die eigentliche Bedeutung dieser Function. Unter dieser Voraussetzung ist es einleuchtend, dass diejenigen Formen, welche eine feste Sauerstoffreserve anzulegen vermögen, um dadurch zeitweise leben und wachsen zu können an denjenigen Stellen, wo, wegen Sauerstoffabwesenheit, die Aërobien nicht verweilen, dass sie von dort durch irgend ein Mittel wieder dem freien Sauerstoff hinzugeführt werden können müssen. Ist nun so frage ich, irgend ein dazu geeigneteres Mittel auszudenken, wie die Gasbildung? Aus keinem anderen Grunde wie aus der Nothwendigkeit der erneuten Aufnahme freien Sauerstoffs, nachdem die Sauerstoffreserve aufgezehrt ist, bringen die Gährungsgase die Bacterienzoogloeen, oder den Hefeschaum an die Oberfläche der Gährflüssigkeiten. Ist diese Nothwendigkeit ferner nicht eine zureichende Erklärung für die anders unbegreifliche Thatsache, dass eben der Wasserstoff, zu dessen Erzeugung ein so grosser Energieaufwand erforderlich ist, eigentlich noch viel mehr wie die Kohlensäure das characteristische Product der so zahlreichen Bacteriengährungen ist?

Hier begegnen wir aber einen scheinbaren Wiederspruch. Ich habe das Butylferment als vollkommen anaërobie bezeichnet; ich habe betont, dass die Butylgährung und das Wachsthum des Fermentes bei Sauerstoffzutritt aufhören. Sollten dennoch die Kohlensäure und der Wasserstoff dieser Gährung dazu dienen müssen das Ferment dem feindlichen freien Sauerstoff zuzuführen? Ich beantworte diese Frage, welche mir lange Zeit viel Schwierigkeit gegeben hat, gegenwärtig unbedingt befestigend und führe zur Erhärtung meiner Meinung Folgendes an.

Digitized by Google

Bei den früheren Betrachtungen über die Butylgährung haben wir immer den Gebrauch einer Würze als Gährsubstanz vorausgesetzt, welche ein ausserordentlich kräftiges Vermögen freien Sauerstoff zu binden besitzt. Wir haben gesehen, dass die Lebensfähigkeit und die Vermehrungsfähigkeit des Butylfermentes in einer solchen mit gebundenem Sauerstoff gesättigten, jedoch von freiem Sauerstoff freien Würze (worin Hefe nach c. a. dreissig Zelltheilungen abstirbt) eine unbegrenzte ist, welche jedoch in jedem *bestimmten Volumen* nach einer bestimmten Zahl von Zelltheilungen natürlicherweise durch Nährstoffmangel aufhören muss. Doch folgt aus jener unbegrenzten Wachsthumsfähigkeit in diesen eigenthümlichen Nährmedien, noch durchaus nicht, dass dasselbe zutreffen müsste in den so ganz anders zusammengesetzten Flüssigkeiten der natürlichen Fundorte. Als solche kommen z. B. Grabenschlamm und Humusfeuchtigkeit in Betracht. Welche chemische Umwandlungen das Butylferment darin erzeugt ist zwar unbekannt, doch können wir, nach Analogie, mit viel Wahrscheinlichkeit schliessen, auch darin, finde Butylalkoholgährung unter Wasserstoff- und Kohlensäurebildung statt. Dass diese natürliche Materialien aber im Stande sein sollten solche beträchtliche Sauerstoffmengen zu binden wie Würze, ist sehr unwahrscheinlich, und das Butylferment dürfte sich darin, dem freien Sauerstoff gegenüber auch anders verhalten und mehr davon bedürfen wie in Würze. Jedenfals trifft dieses zu für künstliche Nahrstofflösungen, worin ich das Ferment gezüchtet habe. Dieses ist mir z. B. gelungen in Leitungswasser mit 1 % Pepton siccum und ½ % Stärkekleister bei niederer, 10° C. bis 12° C. kaum überschreitender Temperatur, in PASTEUR'schen Kölbchen, worin die Luft zutreten konnte. Die Entwickelung war sehr langsam, doch waren schliesslich kleine Clostridien mit Sporen allgemein, und Butylalkohol unverkennbar. Auch Wasserstoff war nachweisbar. Was jedoch für unsere Betrachtung von besonderer Wichtigkeit ist, ist die Thatsache, dass eine solche Lösung in meinen Gährungskolben, also bei Luftabschluss, eben für Wachsthum und Gährung sich als viel ungeeigneter erwies, wie in gewöhnlichen Kölbchen, wo der Sauerstoff durch den PASTEUR'schen Verschluss frei hinzuteten konnte. In dieser Umgebung war also das erwünschte Sauerstoffmaass für das Butylferment viel grösser, wie in Würze, und dasselbe trifft desshalb wohl ohne Zweifel auch für Humusfeuchtigkeit und für Grabenschlamm zu. An den natürlichen Fundorten besteht darum bei den Anaërobien sicher ein grösseres Bedürfniss an freiem Sauerstoff, als wie sich auf Grund der Experimente mit den künstlichen, zucker- und peptonreichen Würzen erwarten liess.

Digitized by Google

Ich glaube deshalb, dass ein eigentlicher Widerspruch, zu meiner Erklärung der Bedeutung der Gährthatigkeit in der obligaten Anaërobiose nicht vorliegt, und, dass auch die hierbei stattfindende Gasbildung, die nützliche Function hat den Gährungserreger dem freien Sauerstoff entgegenzuführen, wodurch er, wenn er durch Eigeubewegung, durch die Schwere, oder durch Strömungen aufs Neue in die Sauerstofffreie Tiefe anlangt, imstande ist wieder mit erneuter Lebenskraft zu gähren und zu wachsen. Nur in ganz bestimmten, in der Natur nur selten vorkommenden Flüssigkeiten, kann das obligatanaërobe Butylferment den, in eigenthümlicher Weise gebundenden Sauerstoff für jene Erneuerungszwecke durch sein Reductionsvermögen benutzen, was die Hefe jedoch nicht vermag.

Ueber die biologische Bedeutung der Butylalkoholbildung wage ich nicht eine Vermuthung auszusprechen. Für die Aethylalkoholbildung durch Hefe glaube ich aber den Nutzen für den Errerger klarer zu sehen, und ich hoffe darauf bei einer anderen Gelegenheit noch näher zurückzukommen.

§ 12. Allgemeines über Anaërobiose, Reductionsfunction und Gährung.

Für den richtigen Begriff der in § 11 angeführten und der hier zu besprechenden ziemlich verwickelten Verhältnisse ist es nothwendig Einiges aus dem früher Mitgetheilten zu wiederholen, besonders aber auf die zwei sehr verschiedenartigen Formen der facultativen Anaërobiose aufmerksam zu machen, welche bisher, selbst von den besten Physiologen nicht genügend erkannt sind.

Die eine dieser Formen kann als *permanente facultative Anaërobiose*, die andere als *temporäre facultative Anaërobiose* bezeichnet werden. Alkoholhefe ist temporär-, Milchsäureferment der Gährungindustrie ist permanent facultativ-, oder kurz, facultativ-anaërobiotisch. In dieser Abhandlung ist schon mehrfach darauf hingedeutet, dass Alkoholhefe bei der allergünstigsten Ernährung, z. B. in Malzwürze, ohne freien Sauerstoff nur wenige Sprossungen ausführt, dann jedoch nicht weiter wächst; findet kein weiterer Zutritt von Sauerstoff statt so sterben die Zellen schliesslich unter sehr charakteristischen Aufplatzerscheinungen. Die Sprossungen und die damit verbundenen Gährungserscheinungen, welche unter diesen Umständen stattfinden, stehen unter der Herrschaft einer festen, gebundenen Sauerstoffreserve; so bald diese ausgenützt ist hört das Wachsthum auf und ebenfalls die Gährung; der Tod folgt erst später bei lange dauernder Sauerstoffentziehung. Ganz ähnlich verhält sich *Mucor racemosus*,

doch ist das Sauerstoffbedürfnis dieses Schimmels grosser, wie bei Hefe.

Um bei der Hefe die hier betrachtete Erscheinung klar an zu zeigen ist es am einfachsten wie folgt zu verfahren.

Es werden zwei meiner Butylkolben mit Würze angefüllt nnd durch Kochen ganz sauerstofffrei gemacht. Dieselben werden dann beide mit reincultivirter Bierhefe beschickt, die eine aber nur mit einer geringen Spur welche man vemittelst eines kurzen und dicken Platinfadens hinein fallen lässt, die andere mit einer grösseren Menge. Bei der Gährungtemperatur von 28° C. aufgestellt ist dann der Unterschied nach 24 oder 48 Stunden zwischen den beiden Kolben sehr beträchtlich. Gährung ist zwar in beiden eingetreten, hört jedoch in dem Kolben welcher nur mit einzelnen Zellen beschickt war in folge von Sauerstoffmangel bald vollständig auf, während im zweiten Kolben unter Einfluss der mit den Zellen hineingeführten Sauerstoffreserve eine vollständige Vergährung stattfinden kann.

Die Form worin der Versuch hier beschrieben ist habe ich selbst daran gegeben. Das Princip rührt aber von Pasteur her, welcher seinen Schüler Cochin veranlasst hat dafür einen eigenthümlichen, aus miteinander verbundenen Glaskölbchen zusammen gesetzten Apparat zu verwenden.[1]) Ich habe ebenfalls solche Apparate anfertigen lassen, damit jedoch sehr grosse Schwierigkeiten gehabt, weil der Sauerstoff sich daraus, auch durch geduldiges Kochen kaum vollständig entfernen lässt, weil der Dunst aus den zusammenhängenden Kugelräumen nicht gut entweichen kann. Bei der Verwendung der Butylkolben, welche so besonders gut geeignet sind zur Herstellung eines luftfreien Mediums, kann man dagegen leicht expirementiren mit grossen Quantitäten sauerstofffreier Würze, worin vereinzelte Hefezellen gebracht, ihre feste Sauerstoffreserve bald erschöpfen. Ich glaube, dass mit dieser kurzen Betrachtung die Bedeutung der temporären facultativen Anaërobiose der Alkoholhefe, für den gegenwärtigen Zweck genügend beleuchtet ist.

Die permanente facultative Anaërobiose wurde als bei den industriellen Milchsäurefermenten vorkommend bezeichnet. Sie ist dadurch characterisirt, dass in den geeigneten Nährmedien, eine vollständige Unabhängigkeit vom freien Sauerstoff zu existiren scheint. Es ist mir gelungen grosse Quantitäten filtrirte Schlempe mit Rohrzucker, nach dem daraus die Luft vollständig durch Kochen vertrieben war, durch Infection mit einer *minimalen Spur* Milchsäureferment in Milch-

[1]) Annales de Chimie et de Physique pag. 312, 1880.

Digitized by Google

säuregährung zu versetzen, welche Gährung mit so gewaltiger Kohlensäureentbindung zusammenging, dass ich erst durch die mikroskopische Untersuchung überzeugt wurde, dass keine Alkoholgährung vorlag. Nun ist es für unsere Betrachtung wichtig zu bemerken, erstens dass das Milchsäureferment eine ganz besonders ausgeprägte Reductionsfunction aufzeigt, und zweitens, dass es mir nicht gelungen ist deutliches Wachsthum des Fermentes herbeizuführen im sauerstofffreien Raume bei vollständiger Abwesenheit reductionsfähiger Körper. Ich glaube darum, dass auch in diesem Falle Sauerstoff zeitweise zugeführt werden muss, und dass dafür die Gährfunction dienlich sein kann.

Nach dem Vorhergehenden lässt sich der Zusammenhang von der Reductionsfunction mit den drei Klassen der Anaërobiose kurz wie folgt darstellen [1]).

Temporäre Anaërobiose: Die Reductionsfunction kann fehlen, Beispiel, Hefe oder vorkommen, Beispiel *Granulobacter Polymyxa.*

Facultative permanente Anaërobiose: Reductionsfunction ausnahmslas kräftig, Beispiel Milchsäureferment der Gährungsindustrie.

Obligate Anaërobiose: Reductionsfunction ausnahmslos kräftig, Beispiel Butylferment.

Sehen wir nun den Zusammenhang zwischen Gähr- und Reductionsfunction noch etwas näher an.

Es ist behauptet worden alle lebende Zellen können unter Umständen reduzirend wirken. Wenn es sich, wie im vorliegenden Falle, handelt um ein ausserhalb der Zelle bemerkbares Effect so ist dieser Ausspruch sicher unrichtig. Selbst für die Bacterien trifft er durchaus nicht überall zu, da es manche Arten gibt, wovon reduzirende Wirkungen, trotz vielfach abgeänderter Versuchsanstellung, durchaus nicht constatirt werden konnten, in welcher Beziehung ich z. B. an die Papilionaceënbacterien erinnere. Man konnte vielleicht meinen die Gährung, als physiologischer Vorgang stehe mit Reductionserscheinungen in nothwendigem Zusammenhang, doch dieses trifft, wie wir gesehen, auch nicht zu, denn von den Alkoholhefen ist kein einziger sicher gestellter Reductionsvorgang im gewöhnlichen Sinne dieses Wortes bekannt [2]). Auch kenne ich einzelne

---

[1]) Zu vergleichen F. CAHEN, Ueber das Reductionsvermögen der Bacterien. Zeitsch. f. Hygiene. Bd. II. pg. 386, 1887.

[2]) Die vielfachen gegentheiligen Angaben in der Literatur beruhen auf Täuschung und müssen dadurch erklärt werden, dass die stetigen Begleiter von Bier- und Presshefe, nämlich die Milchsäurefermente, zu den kräftigst reduzirenden Bacterien gehören. Die Autoren welche mit reincultivirter Hefe arbeiten werden sich leicht überzeugen von der Richtigkeit meiner Angabe.

Digitized by Google

Gährungsbacterien, welche nicht imstande sind Indigschwefelsäure zu reduziren und ebensowenig Nitrate.

Dagegen muss ich auf Grnnd meiner allerdings beschränkten Erfahrung und in Uebereinstimmung mit dem Vorhergehenden behaupten, dass alle Obligatanaërobien sowie alle wahre Facultativanaërobien reduzirende Eigenschaften besitzen, und ich glaube auch einen nothwendigen Zusammenhang zwischen wahrer Anaërobiose und Reduction annehmen zu müssen. Dieser nothwendiger Zusammenhang besteht nach meiner Ansicht darin, dass wahre, ununterbrochene Anaërobiose, nur dann möglich ist, wenn bei den Urhebern die Reductionsfunction existirt und denselben, für die Ausübung dieser Function, reductionsfähiges Nährmaterial geboten ist. Man meine nicht letzterer Satz sei überflüssig, denn das Leben der wahren Anaërobien ist thatsächlich möglich ohne, dass Anaërobiose stattfindet, dann aber unter Verwendung von freiem Sauerstoff und nicht Reductionsfähigem Nährmaterial. Ich habe davon oben ein Beispiel genannt bei der Besprechung des Wachsthums des Butylfermentes in Reincultur in Peptonstärkelösung unter beschränktem, jedoch unzweifelhaftem Luftzutritt, und ich betonte, dass in einer solchen Lösung bei vollständiger Entfernung des Sauerstoffs, z. B. durch Kochen in einem Butylgährungskolben, nur ein sehr schwaches bald erlöschendes Wachsthum zu beobachten war [1]). Ich glaube nun, dass in diesem letzteren Falle die Anaërobiose deshalb nicht stattfindet, weil keine oder nur Spuren von reductionsfähigen Substanzen vorliegen, welche dagegen in Würze in reichlichem Maasse vorhanden sind. Das Peptonstärkebeispiel zeigt, dass die Sache für eine experimentelle Behandelung geeignet und gereift ist, nur müssen die Versuche derweise ausgeführt werden, dass nur künstliche peptonfreie, Nährlosungen dabei in Betracht kommen. Allerdings ist dieses eine Schwierigkeit, die nicht so leicht zu beseitigen sein dürfte, wenn man Gährungen zu erhalten erstrebt, welche eben so kräftig sind, wie diejenigen in Getreidewürzen. Wäre es möglich die Reductionsfähigen Substanzen dieser Würzen als chemische Individuen abzusonderen, so wäre in dieser Beziehung zwar ein wichtiger Schritt gethan. Allein manche Anweisungen scheinen dafür zu sprechen, dass es sich hierbei in erster Linie handelt um Malzpeptone, und ich kann nicht umhin zu bemerken, dass ich Peptone im Allgemeinen, und ganz besonders die des Malzes, wegen ihr Vermögen etwas Sauerstoff zu absorbiren, für die Entscheidung der Frage für wenig

---

[1]) Dieses allerdings vorhandene Wachsthum dürfte durch an Pepton gebundenen, nicht durch Kochen entfernbaren Sauerstoff erklärt werden.

geeignet halte. Selbst bei dem Pepton siccum des Handels ist unter Umständen eine schwache Sauerstoffabsorption ohne Gegenwart lebender Keime bemerkbar. Der oben genannte Versuch mit Pepton-Stärkelösung, welches Nährmittel, wie angeführt, noch ein beschränktes anaërobes Wachsthum des Butylfermentes erlaubte, wird eben durch letzteren Umstand zwar weniger überzeugend, andererseits wird, bei Annahme der Theorie, diese Wachsthumserscheinung zurückführbar auf den mit dem Pepton combinirten Sauerstoff, das heisst wohl, auf eine reductionsfähige Substanz.

Ich will nun schliesslich noch in kurzer Uebersicht meine Ansichten über den Zusammenhang zwischen Gährung, Anaërobiose und Reductionsfuntion zusammenstellen und zwar in den folgenden Thesen.

1. Es giebt drei verschiedene Formen der Anaërobiose, nämlich, *Erstens*, die wahre facultative; *Zweitens*, die scheinbare facultative oder temporäre; *Drittens*, die obligate.

2. Die *Facultative Anaërobiose*, wie z. B. bei den industriellen Milchsäurefermenten, ist charactirisirt durch Unabhängigkeit vom freien Sauerstoff, wenn Reductionsfähiges Nährmaterial geboten ist.

Die *Temporäre Anaërobiose*, wie z. B. bei *Mucor racemosus*, den Alkoholhefen und einigen Gährungsbacterien, wie *Photobacterium phosphorescens*, beruht auf die Gegenwart einer gebundenen Sauerstoffreserve in den Zellen, welche bei den activen Alkoholhefen einzelne (zwanzig bis dreissig) Zelltheilungen erlaubt ehe aufs Neue Sauerstoffzutritt nothwendig ist. Findet letzterer dann nicht statt, so sterben die Zellen allmählich ab auch bei der Gegenwart günstiger, reductionsfähiger, lose gebundenen Sauerstoff enthaltender Nährung.

Die *Obligate Anaërobiose*, wie bei dem Butylfermente, erheischt vollständige Abweseuheit vom freien Sauerstoff und Gegenwart von reductionsfähigem Nährmaterial.

3. Gährungs- und Reductionsfunction sind von einander unabhängig. Dieses erhellt daraus, dass die temporär-anaërobe Alkoholhefe gährt ohne zu reduziren, während die temporär-anaërobe Leuchtbacterie *Photob. phosphorescens* gährt und zu gleicher Zeit reduzirt.

4. Gährung kann mit allen drei Formen der Anaërobiose combinirt vorkommeu, und fehlt nur bei den vollständig aëroben Organismen.

5. Wahre facultative und obligate Anaërobiose sind unzertrennlich an reductionsfähigem Nährmaterial gebunden.

6. Die Reductionsfunction kann mit allen Formen der Anaërobiose, so wie mit der vollständigen Aërobiose combinirt vorkommen.

7. Die Facultativanaërobien sowie die Obligatanaërobien, können bei Abwesenheit von Substanzen, welche zugleich assimilations- und

reductionsfähig sind, oder auch bei Gegenwart wohl reductions- allein nicht assimilationsfähiger Stoffe und bei übrigens geeigneten Ernährungsbedingungen, scheinbar als Aërobien leben und wachsen, das heisst, dieselben erheischen dann freien Sauerstoff, wenn auch von niedrigerer Spannung.

Von diesen Thesen ist diese letztere die am wenigsten durchgearbeitete, ist aber, wie wir gesehen haben, für die Erklärung der biologischen Bedeutung der Gährungen von besonderer Wichtigkeit.

8. Die Gährfunction ist nothwendigerweise von Gasbildung begleitet, findet diese nicht statt, so ist das Wort Gährung nicht anwendbar. Gährung bezweckt durch die damit verknüpfte Gasbildung, die zu einer der drei Klassen der Anaërobien gehörigen Urheber, durch das Gas dem freien Sauerstoff entgegen zu führen. Das Functionsoptimum des dafür erwünschten Sauerstoffdruckes, liegt bei den Obligatanaërobien, bei Gegenwart reductionsfähiger Nahrung, bei 0, bei Abwesenheit reductionsfähiger Nahrung oberhalb 0, allein niedriger wie der Löslichkeit dieses Gases unter dem gewöhnlichen Luftdrucke entspricht.

Bacteriologisches Laboratorium
der Niederländischen Presshefefabrik,
Delft März 1893.

Digitized by Google







Digitized by Google